

مكتبة



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
**Mechanical Engineering Technologies & Applications
In The Beginning of Third Millennium**



فندق فلسطين - المنتزه - الاسكندرية
28 - 31 مارس 2001

مجلة البحوث



ESEN-CPS-BK-0000000957-ESE

00466427

الأمانة العامة للمؤتمر

مهندس/ على عبدالحميد مرسى	رئيس المؤتمر ورئيس الجمعية
أستاذ دكتور/ محمد يوسف عفيفى	نائب رئيس المؤتمر ونائب رئيس الجمعية
مهندس/ محمد ضياء الدين طنطاوى	أمين عام الجمعية
مهندس/ حسب النبى أحمد عسل	أمين صندوق الجمعية
مهندس/ عبدالله محمد غنيم	أمين صندوق المؤتمر
دكتور مهندس/ صبحى أحمد على	مقرر عام المؤتمر
دكتور مهندس/ محمد شوقى الصباغ	مدير المؤتمر

اللجنة الفنية للمؤتمر

مهندس/ أحمد مصطفى أبو النجا	عضو مجلس ادارة الجمعية
دكتور مهندس/ أحمد محمد حسين	عضو مجلس ادارة الجمعية
مهندس/ حسب النبى أحمد عسل	أمين صندوق الجمعية
مهندس/ حسن نور الدين الجبالى	عضو الأمانة الفنية
دكتور مهندس/ صبحى أحمد على	مقرر عام المؤتمر
مهندس/ عبدالله محمد غنيم	أمين صندوق المؤتمر
دكتور مهندس/ محمد شوقى الصباغ	مدير المؤتمر
مهندس/ محمد ضياء الدين طنطاوى	أمين عام الجمعية
أستاذ دكتور/ محمد يوسف عفيفى	نائب رئيس مجلس ادارة الجمعية
أستاذ دكتور/ مصطفى عبدالمنعم شعبان	عضو مجلس ادارة الجمعية
مهندس/ مصطفى محمد رمضان	عضو مجلس ادارة الجمعية

الشئون الادارية

السيد/ حسن منصور	السيد/ حسن ابراهيم أحمد
السيد/ صادق محمود راغب	محاسب/ داود عبدالرازق داود
السيدة/ عزة محمد زكريا	السيد/ هشام راتب حسن
السيد/ كمال حسن أبوزيد	الآنسة/ هاله عبدالرحمن عبدالعزيز

مدير المؤتمر

دكتور مهندس/ محمد شوقى الصباغ

بيان بالمؤتمرات العامة السابقة

المؤتمر	التاريخ	العنوان
الاول	مارس 1977	دور الهندسة الميكانيكية فى مجال التنمية والتعمير .
الثانى	مارس 1979	دور المهندس الميكانيكى فى مجال التنمية الاقتصادية.
الثالث	مارس 1981	دور المهندس الميكانيكى فى التنمية.
الرابع	مارس 1983	دور الانتاجية فى تحقيق التنمية .
الخامس	مارس 1985	حاضر التصنيع ومجالات تطوره فى مصر .
المسادس	مارس 1987	تكامل التصنيع المحلى فى خدمة التنمية .
السابع	مارس 1989	تطوير التصنيع للتصدير .
الثامن	مارس 1991	الابداع التكنولوجى فى الهندسة الميكانيكية واستثماره للتنمية فى مصر .
التاسع	مارس 1993	آفاق استثمار الابداع التكنولوجى المصرى فى التنمية .
العاشر	مارس 1995	المبادرات التكنولوجية للتنمية .
الحادى عشر	مارس 1997	الصناعة المصرية فى القرن الحادى والعشرين والحفاظ على البيئة .
الثانى عشر	مارس 1999	الصناعة والخدمات فى ظل العولمة والجات .

برنامج المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة

اليوم	الساعة	الجلسة	القاعة الذهبية
الأربعاء 2001/3/28	16.00 20.00 - 18.00	الافتتاحية	<p>التسجيل</p> <ul style="list-style-type: none"> • قرآن كريم • التقديم (أمين عام الجمعية) • كلمة رئيس جمعية المهندسين الميكانيكيين • كلمة رئيس جمعية المهندسين المصرية • كلمة السيد اللواء محافظ الاسكندرية • كلمة السيد المهندس وزير الصناعة والتنمية التكنولوجية • كلمة السيد الاستاذ الدكتور / عاطف عبيد - رئيس مجلس الوزراء
الخميس 2001/3/29	11.00 - 9.00	الاولى	<p>1/0 العلاقة بين الاقتصاد والمؤسسة والتكنولوجيا الجديدة مهندس/ شريف دلاور</p> <p>التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية</p> <p>1/1 توطین التكنولوجيا النووية أستاذ دكتور / فوزى حماد</p> <p>2/1 مدخل الى خلايا الوقود أستاذ دكتور/ سعد عوض فرج مهندس / ماهر عزيز بدروس</p> <p>3/1 تطبيقات الليزر في مجال الصناعة والتكنولوجيا دكتور / محيى سعد عبد الحميد منصور</p>
	13.30 - 11.30	الثانية	<p>تطوير تقنيات جارية ضرورية للتنمية واقلمتها</p> <p>1/2 دراسة هندسية عن تقييم اداء المعدات الميكانيكية المستخدمة في مشروع حماية واتزان جسر ترعة السلام دكتور مهندس/ مجدى محمد عبد الحميد أستاذ دكتور/ فريد عبد العزيز طلبه</p> <p>2/2 مشروع تصميم وتصنيع واختبار الدوائر المتكاملة أستاذ دكتور/ عوض مختار هلوده أستاذ دكتور/ فوزى ابراهيم</p> <p>3/2 التحكم في ماكينات القطع التقليدية باستخدام الحاسب الالى والتقنيات الحديثة دكتور مهندس/ احمد محمد على حسنين</p> <p>4/2 فعائيات استخدام طلاءات مركبة انمائية على معدات الحفر والتقيب دكتور مهندس / خليل عزيمة</p>
	17.30 - 15.30	الثالثة	<p>دور الهندسة الميكانيكية في الحفاظ على البيئة</p> <p>1/3 الانتاج النظيف في الصناعة المصرية أستاذ دكتور / احمد حمزة</p> <p>2/3 فوائد التكنولوجيا النظيفة بيئيا والمنتجات الصديقة للبيئة دكتورة / سامية جلال سعد</p> <p>3/3 الموارد المادية المتجددة كموايد هندسية صديقة للبيئة أستاذ دكتور / حامد ابراهيم الموصلى</p>
	20.00 - 18.00	الرابعة	<p>دور الهندسة الميكانيكية في خدمة المشروعات القومية والتنمية</p> <p>1/4 الجر الكهربائى بسكك حديد مصر مواقع وموانع استخداماته وامكانية تطبيقه على خطوط الشبكة الحالية والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية أستاذ دكتور / محمد عبد الفتاح طلحه</p> <p>2/4 الطاقة الجديدة والمتجددة ودورها في التنمية المستدامة في مصر دكتورة / الهام محمود احمد</p>

1/3/4	تكنولوجيا تطهير الصحراء الغربية من الانغام وتسمية الممباحات التي تشغلها لواء مهندس / فتحى فوزمان		
2/3/4	استخدام الموجات الصدمية المنبعثة من لطائرات الاسرع من الصوت فى تطهير حقول الانغام مهندس / اسماعيل حماد عبدالعال		
4/4	تصنيع معدات الزراعة وتاصيل تصميمها لخدمة المشروعات القومية التنموية أستاذ دكتور / عزيمى البرى		
1/5	نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمى والابداع التكنولوجيا والابتكار دكتور مهندس / بهاء زغلول	الخمسة	الجمعة 2001/3/30 11.30 - 9.30
2/5	تقنيات الهندسة الميكانيكية واستخداماتها فى المشروعات الصناعية الصغيرة فى مصر دكتور مهندس / عبدالمنعم عبدالفتاح بخيت		
3/5	دراسة عملية لنهب الغازية المنبعثة من حارق نو مداخل هواء متعددة مهندس / حسن صادق محمد هيكى		
4/5	توظيف التقنيات الحديثة لخدمة قطاع السياحة فى مجال ترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة أستاذ دكتور / عاطف خليل		
5/5	الموارد البشرية - هل نحن جانون بشأنها مهندس / لطفى مزهر		
6	احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا منمجة Hybrid Technology مقدمة مهندس / حسن نور الدين الجبالى	السادسة	17.30 - 15.30
1/6	التنم فى علوم المعادن (محاولات الحديد الزهر للبقاء بين المواد المتقدمة وأثارها على الهندسة الميكانيكية أستاذ دكتور مهندس / علال نوافل		
2/6	النمجة الطبيعية كوسيلة تصميم فى الهندسة الميكانيكية أستاذ دكتور / سيد متولى		
3/6	فاعلية تطوير محطات البخارية التكثيفية الى مراكز كهرباء حرارية مزبوجة دكتور / حسين عبد على الربيعى		
4/6	منظم التربين كنموذج للتقنيات الخليفة مهندس / محمد محمود قرقر		
1/7	رفع مستوى ممارسة مهنة الهندسة الميكانيكية العلوم الاساسية والقدرات أهميتها للتعليم الهندسى أستاذ دكتور / عبد الرازق عبد الفتاح	السابعة	19.45 - 17.45
2/7	ادارة المعرفة ووسائل تعظيم الرفع التقنى دكتور / لطفى لويى سيلين		
3/7	اللغة كعنصر فاعل فى توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة أستاذ دكتور / محمد يونس عبد السميع الحماوى		
4/7	مفاهيم الادارة النوعية الكلية واساليب التنفيذ للحصول على المنتج الامثل والتطبيق الاستراتيجى للمهارات المصرية أستاذ دكتور مهندس / عزيز ابراهيم سعيد		
	دراسات حالة • قرارات المؤتمر وتوصيلته •	الثامنة الختامية	السبت 2001/3/31 11.00 - 09.00 12.00 - 11.15

* أنظر الدليل

المحتويات

الموضوعات	مقدمى البحوث
1/0 العلاقة بين الاقتصاد والمؤسسة والتكنولوجيا الجديدة	مهندس/ شريف دلاور
1/1 توطين التكنولوجيا النووية.....	أستاذ دكتور/ فوزى حماد
2/1 مدخل الى خلايا الوقود.....	أستاذ دكتور/ سعد عوض فرج
	مهندس/ ماهر عزيز بدروس
3/1 تطبيقات الليزر فى مجال الصناعة والتكنولوجيا	دكتور/ محيى سعد منصور
1/2 دراسة هندسية عن تقييم أداء المعدات الميكانيكية المستخدمة	دكتور مهندس/مجدى محمد عبدالحميد
فى مشروع حماية واتزان جسور ترعة السلام.....	استاذ دكتور/ فريد عبدالعزيز طلبه
2/2 مشروع تصميم وتصنيع واختبار الدوائر المتكاملة	أستاذ دكتور/ عوض مختار هلوده
	أستاذ دكتور/ فوزى ابراهيم
3/2 التحكم فى ماكينات القطع التقليدية باستخدام الحاسب	
الالى والتقنيات الحديثة	دكتور مهندس/ أحمد محمد على حسنين
4/2 فعاليات استخدام طلاءات مركبة الماسية على معدات	
الحفر والتنقيب	دكتور مهندس/ خليل عزيمة
1/3 الانتاج الانظف فى الصناعة المصرية	أستاذ دكتور/ أحمد حمزة
2/3 فوائد التكنولوجيا النظيفة بيئيا والمنتجات الصديقة للبيئة ...	دكتورة/ سامية جلال سعد
3/3 الموارد المادية المتجددة كموااد هندسية صديقة للبيئة	أستاذ دكتور/ حامد ابراهيم الموصلى
1/4 الجر الكهربائى بسكك حديد مصر - مواقع وموانع	
استخداماته وامكانية تطبيقه على خطوط الشبكة الحالية	
والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية	أستاذ دكتور/ محمد عبدالفتاح طلحه
2/4 الطاقة الجديدة والمتجددة ودورها فى التنمية المستدامة فى	
مصر	دكتورة/ الهام محمود أحمد
1/3/4 تكنولوجيا تطهير الصحراء الغربية من الالغام	
وتتمية المساحات التى تشغلها.....	لواء مهندس/ فتحى قوزمان
2/3/4 استخدام الموجات الصدمية المنبعثة من الطائرات الاسرع	
من الصوت فى تطهير حقول الالغام.....	مهندس / اسماعيل حماد عبد العال
4/4 تصنيع معدات الزراعة وتأصيل تصميمها لخدمة	
المشروعات القومية التنموية	استاذ دكتور/ عزمى البرى
1/5 التكنولوجيا والابتكار	دكتور مهندس/ بهاء زغلول
2/5 تقنيات الهندسة الميكانيكية واستخداماتها فى	
المشروعات الصناعية الصغيرة فى مصر	دكتور مهندس / عبد المنعم عبد الفتاح

3/5	دراسة معمليّة للهب الغازية المنبعثة من حارق ذو مداخل هواء متعددة	مهندس/ حسن صادق محمد هبكل
4/5	توظيف التقنيات الحديثة لخدمة قطاع السياحة في مجال ترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة	أستاذ دكتور/ عاطف خليل
5/5	الموارد البشرية – هل نحن جادون بشأنها	مهندس/ لطفى مزهر
6	احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مدمجة – مقدمة تمهيدية	مهندس/ حسن نور الدين الجبالي
1/6	التقدم في علوم المعادن (محاولات الحديد الزهر للبقاء بين المواد المتقدمة وأثارها على الهندسة الميكانيكية)	أستاذ دكتور مهندس/ عادل نوفل
2/6	النمذجة الطبيعية كوسيلة تصميم في الهندسة الميكانيكية...	أستاذ دكتور/ سيد متولى
3/6	فاعلية تطوير المحطات البخارية التكتيفية الى مراكز كهروحرارية مزدوجة	دكتور/ حسين عبد على الربيعي
4/6	منظم التربين كنموذج للتقنيات الخليطة	مهندس/ محمد محمود قرقر
1/7	العلوم الأساسية والقدرات – أهميتها للتعليم الهندسى	أستاذ دكتور/ عبدالرازق عبدالفتاح
2/7	ادارة المعرفة ووسائل تعظيم الرفع التقنى	دكتور/ لطفى لويى سيفين
3/7	اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة	دكتور/ محمد يونس الحملاوى
4/7	مفاهيم الادارة النوعية الكلية واساليب التنفيذ للحصول على المنتج الامثل والتطبيق الاستراتيجى للمهارات المصرية ...	دكتور مهندس/ عزيز ابراهيم سعيد
1/8	التحليل الاول والثانى للدورة المركبة لمحطة كهرباء طلخا	م. وليد فكرى فهمى المرسى
2/8	رمز الحاسب الالى لتحليل الدورة المركبة فى محطات القوى	م. وليد فكرى فهمى المرسى
3/8	تقنيات التحكم فى انبعاث محطات القوى الكهربائية	م. أحمد طه هاشم
	م. سامى قطيط	
4/8	تطوير العمليات الانتاجية للتقليل من تأثيراتها الضاره على البيئة	م. مصطفى البدن
	م. ايهاب عطيه	
	م. أحمد حمدي	
5/8	مساهمة المكثفات الاستاتيكية فى ترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة فى المنشآت الصناعية	د. كاميليا يوسف
	م. كاميليا جبران	
	م. رحاب عثمان	



جمعية المهندسين الميكانيكيين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

1/0

العلاقة بين الاقتصاد والمؤسسة والتكنولوجيا الجديدة

مهندس / شريف دلاور

اقتصاد جديد - منظومة جديدة - تكنولوجيا جديدة

تغير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من طرق أداء الأعمال ومن وسائل التعلم ومن سبل الترفيه بل ومن أساليب التفكير أيضا، وذلك لكونها الأساس القاعدي لتطور كافة قطاعات وأنشطة الحياة في نهاية القرن العشرين، وعليه فقد أصبحت القوانين والأنماط والهياكل والمناهج القديمة غير ملائمة للحياة في ظل المتغيرات التي تحدثها هذه التكنولوجيا، فنحن على اعتاب عصر " الذكاء المتشابك " ، عصر ينبئ باقتصاد جديد مؤسس على " الشبكات " ، حيث يتم انتقال المعلومة رقميا من خلال شبكات الحاسبات الآلية بسرعة تصل إلى سرعة الضوء، بينما يتم نقلها في الاقتصاد القديم بطرق مادية ملموسة مثل التعامل بالنقد أو إصدار الشيكات والفواتير ومستندات الشحن المحررة كتابيا .

ويتغير الهيكل الكلي للاقتصاد نتيجة لذلك ، حيث يبرز قطاع صناعي جديد يعتمد على الالتقاء بين (١) الحاسبات بشقيها الصلب واللين Hardware & Software و (٢) الاتصالات الرقمية و (٣) النشر والترفيه ، هذه الصناعة المتفاعلة ومتعددة الوسائط Interactive Multimedia تمثل قرابة ١٠% من الناتج الإجمالي في الولايات المتحدة والتي تنتج الآن أعدادا من الحاسبات تفوق إنتاجها من السيارات ، وتصنع من شبه الموصلات أكثر من مواد البناء ، وتشغل من قوي العمل في نسق البيانات أضعاف الذين يعملون في تكرير البترول ! فالعالم المتقدم ينتقل من اقتصاد صناعي مبني على الصلب والسيارات والطرق البرية إلى اقتصاد جديد " مبني على السليكون والحاسبات والشبكات " وذلك كمحصلة للتطور المذهل في قوة الحاسبات الآلية والتي تمكننا حاليا من نقل محتويات مكتبة كاملة في ثانية واحدة من الزمان بينما لم يكن بالإمكان نقل أكثر من صفحتين في الثانية منذ ثماني سنوات فقط ، ولو كان تطور صناعة السيارات يسير بنفس إيقاع تطور صناعة المعلومات والاتصالات لأصبح لدينا الآن سيارة تسير بسرعة عشرة آلاف ميل في الساعة وبثمان لا يزيد عن اثنين دولار ! ولقد كانت تكنولوجيا " الواقع الافتراضي Virtual Reality " - على سبيل المثال - درب من الخيال العلمي في بدء التسعينات إلا أنها صارت واسعة الانتشار في يومنا هذا كرافد من روافد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، يتمكن من خلالها الطبيب الإبحار في الدورة الدموية للمريض، ومصمم السيارة من الجلوس في مقاعدها قبل الإنتاج ، والسائح من التجول في متاحف العالم دون الانتقال من منزله !.

وفي بدء التسعينات أيضا كان النموذج الرأسمالي الياباني في التنمية يتفوق على مثيله الأمريكي، إلا أن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات قلبت الوضع رأسا على عقب، وصارت المؤشرات الدالة على التقدم في هذه التكنولوجيا والمرتبطة " بالاقتصاد الشبكي Network Economy " هي الدليل على الحيوية الاقتصادية ، ولاغربة أن يمر الاقتصاد الياباني بمرحلة حرجة ، ففي عام ١٩٩٤ كانت لدى اليابان ١٠٥٠ قاعدة للمعلومات مقابل ٥٥٠٠ في الولايات المتحدة ، وفي عام ١٩٩٥ لم يزد عدد الحاسبات في اليابان عن ١٤٥ لكل ١٠٠٠ شخص مقابل ٣٦٥ في الولايات المتحدة والتي تميزت في نفس العام باستخدام ٢٣% من قوة العمل للحاسبات مقابل ١,٣% فقط في اليابان مما سيؤدي إلى ٢٠ مليار دولار زيادة في الناتج الإجمالي الأمريكي لمجرد الوفرة الناجمة عن التعامل من خلال الشبكات ! .

وهكذا برز في التسعينات " الاقتصاد الشبكي " وهو اقتصاد تتلاحم فيه قدرة الحاسبات مع نظم الاتصالات المتطورة لتعيد هيكلة الأسواق وتنشئ سوقا إلكترونية وتجارة إلكترونية جديدة تعتمد على شبكات قوية للمعلومات ، فالشبكات هي ركيزة هذا الاقتصاد الجديد، وكفسي أن نعلم أن مستخدمي الإنترنت - اقوي الشبكات وأوسعها انتشارا - الذين بلغوا ٥٠ مليون شخص في عام ١٩٩٦ سيصل عددهم إلى ربع مليار في عام ٢٠٠٠ وأن التجارة الإلكترونية على الإنترنت - في الولايات المتحدة - سترتفع إلى ٣٥٠ مليار دولار في عام ٢٠٠٢ من ٢٢ مليار دولار في هذا العام ! ومن الخطأ تسميه هذا الاقتصاد باقتصاد الخدمات ، فالإنتاج الصناعي والإنتاج الزراعي سيستمران فيه كأنشطة محورية إلا أنه كما تبدلت تقنيات الزراعة بدخول الثورة الصناعية فإن الزراعة والصناعة ستبدلان نتيجة

الدخول في عصر الشبكات حيث أن المردود الاقتصادي للشبكات لا يقتصر على النمو في قطاع التكنولوجيا العالية ولكن يمتد ليحدث تغييرات جوهرية في الصناعات التقليدية ، وكما كانت الطرق البرية وشبكات القوي الكهربائية تمثل البنية الأساسية للاقتصاد الصناعي فإن شبكات الألياف الضوئية والأقمار الصناعية ستمثل البنية الأساسية للاقتصاد الجديد ، وبدون هذه البنية الإلكترونية القومية التي تربط بين كل مؤسسات المجتمع لن تقوى أية دولة على التقدم في القرن الواحد والعشرين ، فنحن إذن في مستهل عصر الاقتصاد الشبكي ، وبلغة اقتصادية فإن ذلك يعني " نماذجاً جديدة لخلق الثروة " ، أما بلغة الاجتماع فإن ذلك يعني " نظاماً جديدة للتنمية الاجتماعية " ، فالإقتصاد الشبكي لا يعني " تشابك تكنولوجي " ولكن تشابك البشر من خلال التكنولوجيا ، فهو ليس عصر الآلات الذكية ولكنه عصر تشابك فيه معارف وإبداعات وذكاء البشر لخلق أنماط جديدة من الثروة و لإحداث أشكال جديدة من التطور الاجتماعي، ويثير بالتالي عدداً من القضايا تتعلق بمنظومة الحياة التي ألفناها في ظل الاقتصاد الصناعي، وعلى سبيل المثال :

الحكومة هل ستتحول إلى حكومة إلكترونية أي تطوير الخدمات الحكومية بحيث تؤدي إلكترونياً من خلال الشبكات ؟ إن المطلب الإداري الحديث " بإعادة اختراع الحكومة " لن يتحقق دون تغيير جوهري في طرق أداء الخدمات الحكومية بهدف تخفيض التكلفة على المواطن ورفع مستوى الخدمة ، فلقد نمت النظم البيروقراطية بالتوازي مع الاقتصاد الصناعي ، وبالتالي إذا انتقلنا إلى اقتصاد جديد فلا بد من نظم جديدة للحكومة ، فالحكومة الإلكترونية هي حكومة " شبكية " ، وهي تحدث الربط بين البنية المعلوماتية الحكومية وبين دافعي الضرائب والموردين وقطاع الأعمال والناخبين وكل مؤسسات المجتمع مثل المدارس والمستشفيات والأجهزة الإعلامية ... الخ ، " فالتشابك البيئي Internetworking " هو وسيلة الحكومة لتخفيض التكلفة ولتطوير الأداء خاصة في مجالات الصحة والتعليم والشئون الاجتماعية ، وهو ما يتطلب بناء معماري جديد يركز على مجموعة من الأسس والمواصفات والقياسات مثلما فعلت الحكومة الكندية مؤخراً عندما أصدرت تقريراً عن كيفية تطوير خدماتها للمواطنين باستخدام تكنولوجيا المعلومات .

الديمقراطية كيف ستغير التكنولوجيا الجديدة من طبيعة العملية الديمقراطية ؟ أن مفهوم الديمقراطية يدور أساساً حول " حرية الاختيار " ، ولقد أعطت الشبكات الإنسان المعاصر فرصاً للاختيار لا حصر لها في كافة أوجه الحياة (التعليم / الثقافة / الترفيه) مما ساعد على تعميق " ثقافة الاختيار Culture of Choice " كأصدق تعبير عن روح العصر ، وهذه الثقافة ستؤدي بالضرورة إلى إعادة تشكيل القوي الاقتصادية والاجتماعية والسياسية ، ولقد ذهب بعض المفكرين إلى التأكيد بأن العالم سيتجه إلى نظم للديمقراطية المباشرة بدلاً من ديمقراطية التمثيل نظراً لتمكن المواطنين في المستقبل من الدراسة والتصويت حول أية قضية مطروحة من خلال الشبكات الموصلة بحاسباتهم الآلية ١ .

العدالة تزداد الفجوة بين الذين يملكون المعلومة ومن لا يملكونها ، وبين الذين يمكنهم الاتصال بالعالم الخارجي من خلال الشبكات ومن لا تسمح إمكاناتهم بذلك ، ولقد تمكنت نسبة ٢٠% من مجتمعنا من الاستقلال عن بقية المجتمع ، فهي ترسل أبنائها لمدارس خاصة وتؤمن أفرادها صحياً بشكل متميز ولا تستعين بالخدمات العامة (مواصلات عامة وغيرها) ، وتتمتع بثقافة عالمية في أنماط العمل والترفيه والإعلام ، ذلك يجعلها تختلف بشكل عميق عن السواد الأعظم من المواطنين ، مما يؤكد أهمية العلاقة بين العدالة وإمكانية الوصول إلى المعلومة Access & Equity ، فلا عدالة دون حق كل مواطن - دون تمييز - في الحصول على المعلومات .

النسيج الاجتماعي ما هو مردود الاقتصاد الشبكي على النسيج الاجتماعي ؟ وما هو تأثيره على جودة الحياة نتيجة تلاشي الحدود بين العمل والترفيه في استخدام الحاسبات ؟ وما هو تأثير ذلك على الأسرة و التي تفرق أعضائها في الاقتصاد الصناعي ؟ وكيف سيحمي الآباء أبنائهم من العنف والجنس

المعروض بشكل مستمر علي الشبكات ؟ ورغم أن اللغة الإنجليزية (المسيطرة علي الإنترنت) تمثل حاجزا للعامة للدخول في عالم الشبكات إلا أن هذا الحاجز سيزول قريبا نظرا للترجمة الفورية التي ستتاح علي الشبكات ،مما قد يوجد فئات عريضة من المجتمعات العالمية غير مقيدة بالهوية الوطنية، وإذا أضفنا إلي ذلك ما سينتج من اعتداء علي خصوصية الأفراد والمؤسسات من خلال الشبكات ، فلنأنا نتصور الكم الهائل من التغيير الذي سيصيب البناء الثقافي للمجتمع.

عالم العمل سيتغير عالم العمل بتقلية للعمالة والمهنة ، وسيعاد تحديد دور النقابات العمالية والمهنية، وستعدل منشأة العمل مفاهيمها في الرقابة والإدارة ، فالمنشأة بهيكلها الهرمي ستقرض لتحل محلها فرق العمل المبنية علي الشبكات الداخلية 1.8N والخارجية Wan، والتي ستغير أيضا من طرق ابتكار وتسويق وتوزيع المنتجات (المحل الإلكتروني/التسويق الشبكي/الإنتاج حسب طلب العميل...)، وسينتشر العمل عن بعد Telework بحيث يتمكن الإنسان من العمل من أي مكان وفي أي وقت ، ولن تصبح منشأة العمل "مكانا " للعمل بل منظومة متشابكة لا ترتبط بمكان أو زمان محدد ، و سيتغير أيضا مفهوم "مهنة واحدة مدي الحياة "، ليكون بمقدور الفرد تبديل مهنته وتخصصه عدة مرات، وسيلجذب رأس المال والعمالة الماهرة نحو الإقتصادات التي تتمتع ببنية قوية للاتصالات (الطرق السريعة للمعلومات) والتي ستمثل قاعدة التنمية وخلق فرص عمل جديدة في الاقتصاد الشبكي .

التعليم إن الاقتصاد الشبكي يتطلب إعادة التفكير في نمط التعليم وفي العلاقة بين العمل والتعلم من خلال الحياة اليومية ، ونحن نشاهد حاليا تزايد الالتحام بين العمل والتعلم ليصبحا مكونا واحدا ، كما أن التعلم أصبح تحديا يلزم الإنسان مدى الحياة وليس فقط خلال فترة دراسية في مستقبل العمر ، وهو ما ينبئ بانتقال النشاط التعليمي من المدارس والجامعات إلي منشآت العمل، مما سيدفعنا إلي إعادة اختراع العملية التعليمية في إطار اقتصاد مبني علي المعرفة وعلي رأس المال المعرفي وعلي الأصول المعرفية وهي الركائز الجديدة لمنشآت الأعمال التي ستبغى الاستمرارية في حلبة المنافسة، كما سيساهم الإعلام في تطوير التعليم من خلال توفير قاعدة معلوماتية للتعلم في منشأة العمل ، ولقد بدأت بالفعل تجارب " الفصل حسب الطلب " يتفاعل فيه الدارس مع العلماء والمحاضرين المرموقين في مختلف المناهج التعليمية وفي أحدث ما توصل إليه العلم مما يشكل فرصا غير مسبقة لطالبي العلم في المناطق الريفية والنائية .

الأمن القومي إن النظام العالمي الجديد سيؤسس علي شبكات دولية من الحاسبات والاتصالات ، وسيتم تعريف الأمن القومي في هذا النظام بالقدرة علي امتلاك أو حجب المعلومات الحرجة أكثر من القدرة علي تشكيل الأسلحة و فرق القتال ، كما سيتغير مفهوم " التهديد " حيث ستضع الشبكات في أيدي الأفراد والمجموعات الصغيرة قوي هائلة للإرهاب الاقتصادي والقرصنة الإلكترونية (في أسواق المال والبنوك بل أيضا من خلال التحكم في الحاسبات التي تدير شبكات الكهرباء!) .

وللتمكن من القوى التي تقود هذا العالم الجديد ، علينا في مصر أن نتفهم جيدا عناصر التطور المذهل في الشبكات والأسس التي تشكل الاقتصاد الجديد ، وأن ننمي بالتالي قدراتنا علي تطوير النظم اللينة (السوفتوير) وبناء قطاع صناعي قوي في النظم الصلبة (الهاردوير) وتحرير قطاع الاتصالات وإنشاء قاعدة من مؤسسات رأس مال المخاطر وإيجاد سوق مرنة للعمل وخلق نظام جامعي متميز ، علي أن يتم ذلك في إطار من العدالة الاجتماعية والقيم الإنسانية تجنبنا مخاطر النزاعات الاجتماعية الحادة والتي تنشأ كنتيجة طبيعية لقوى التكنولوجيا والسوق التي تقود هذا الاقتصاد الشبكي .

شريف دلاور

اقتصاد جديد - منظومة جديدة - تكنولوجيا جديدة

Knowledge المعرفة

الاقتصاد

المعرفة " المورد المحوري "

المؤسسة

المعرفة أساس القيمة والإيرادات والربح .

التكنولوجيا

تكنولوجيا المعرفة: النظم الخيرة ، الذكاء الاصطناعي ،
نظم المعلومات .

٢- الرقمية Digitization

الاقتصاد

اتصال الإنسان ، بramerج الحكومة ، العناية الصحية ، اتفاقات الاعمال ، التبادل المالي.. الخ تؤسس على اساس، الترقيم

المؤسسة

الاتصالات داخل المنشأة (المذكرات ، التقارير، الرسومات ، النماذج ، التصميمات ، الاجتماعات ... الخ) تحول الى الرقمية

التكنولوجيا

التحول من التكنولوجيا الترددية الى التكنولوجيا الرقمية

٣- الافتراضية Virtualization

الاقتصاد

تتحول العلاقات والمؤسسات الى اشكال افتراضية.

المؤسسة

المنظمة الافتراضية ، المبنى الافتراضية .

التكنولوجيا

الحقيقة الافتراضية .

٤- التجزئة MOLECULARIZATION

الاقتصاد

التحول من انتاج الحجم الى الانتاج المفاضلات و الانشطة (اعلام ، صناعة ، خدمات ..)

المؤسسة

انتهاء الهيكل الهرمي و الانتقال الى فرق العمل بهدف توليد القيمة .

التكنولوجيا

النظم اللينة تفصل المعلومات عن البرامج لاعادة الاستخدام والتشغيل .

٥- الاندماج والتشابك Integration / Internetworking

الاقتصاد

من خلال البنية المعلوماتية القوية بين الشركات والمؤسسات .

المؤسسة

دمج الوحدات المستقلة داخل المنظومة .

التكنولوجيا

التحول من نظام الحاسب المركزي وأجهزة تابعة الى نظام الشبكات.

Disintermediation

٦- حل الوساطة

الاقتصاد

لا وسطاء في لاند شطة الاقتصادية (السمسرة / بيع الجملة / الوكلاء...)

المؤسسة

انتهاء دور الادارة الوسطي .

التكنولوجيا

النماذج الشبكية .

٧- التلاقي Convergence

الاقتصاد

تلاقي الأنشطة الاقتصادية مثل صناعة الترفيه مع صناعة الحاسبات وصناعة الاتصالات
المؤسسة

تلاقي الهياكل والمستويات التنظيمية المنبثقة عن الاتصال .

التكنولوجيا

اندماج تكنولوجيا الاتصال مع تكنولوجيا المعلومات

٨- الابتكار Innovation

الاقتصاد

الابتكار محرك النشاط الاقتصادي (بدلاً من المحركات التقليدية مثل الخامات أو أجور العمال أو الانتاجية) .
المؤسسة

الابتكار لمنتجات ناجحة أو لاستراتيجيات تسويقية أو لتطوير تنظيمي أو لأساليب الادارة (التعلم التنظيمي)

التكنولوجيا

البنية المعلوماتية للمؤسسة تستخدم كمنصة للابتكار .

prosumption التداخل ٩-

الاقتصاد

انهيار الحدود بين المنتجين والمستهلكين.

المؤسسة

مشاركة المستهلك أو المستخدم في العملية الانتاجية .

التكنولوجيا

الادوات المتطورة للبرامج اللينة .

١٠- الفورية Immediacy

الاقتصاد

الاقتصاد الجديد هو اقتصاد زمن حقيقي (سرعة الاتصالات تصل الى سرعة الضوء) **المؤسسة**

المؤسسة الجديدة هي منظومة زمن حقيقي (تغير فوري ومستمر)

التكنولوجيا

المعلومات الفورية على الخط لتحديث بنوك وقواعد المعلومات في نفس لحظة التغير

Globalization العولمة

الاقتصاد

الاقتصاد المحلي لا يفصل عن الاقتصاد الدولي (الاعتماد المتبادل يتزايد)

المؤسسة

إعادة تعريف المكان والزمان داخل المؤسسة (تأدية العمل عن بعد /
العنقوديات العالمية ... الخ)

التكنولوجيا

الشبكات العالمية هي العمود الفقري للمؤسسة ومفتاح مدخلات
ومخرجات الأعمال .

Discordance - التنافر ١٢ -

الاقتصاد

تناقضات اجتماعية هائلة

المؤسسة

اختلالات داخل التنظيم (نظم الحوافز / نظم الترقّي ..) .

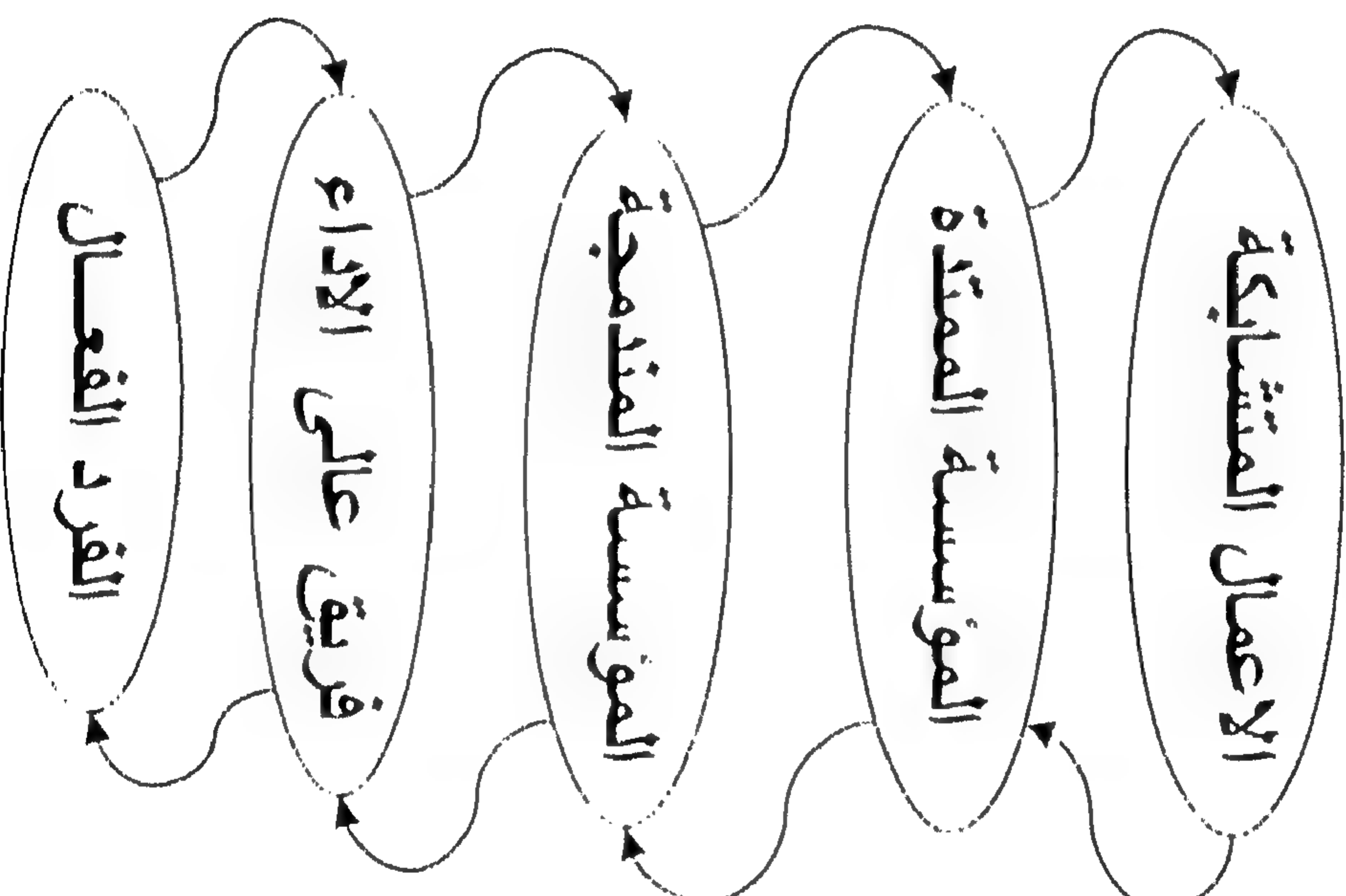
التكنولوجيا

التشريعات مقابل التكنولوجيا الجديدة ، عدم توافق نظم المعلومات داخل المؤسسة مع باقي النظم .

التغيير

- توليد الثروة
- تطور اجتماعي
- اعادة تشكيل العلاقات الخارجية
- التحول التنظيمي
- اعادة تصميم العملية والعمل
- كفاءة التعليم لاداء المهمة

الوعد



التكنولوجيا

- الشبكة
- الحاسب داخل المؤسسة
- البنية المعلوماتية للمؤسسة
- الحاسب لفريق العمل
- تعدد الوسائط على المستوى الشخصي



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

1/1

توطين التكنولوجيا التووية

أستاذ دكتور / فوزى حماد

مؤتمر جمعية المهندسين الميكانيكيين المصرية

توطين التكنولوجيا النووية
دروس مستفادة من البرنامج النووي الهندى

أ. د. فوزى حماد
رئيس هيئة الطاقة الذرية الأسبق

قال د. رامانا -- رئيس لجنة الطاقة
الذرية الهندية فى سبتمبر ١٩٦٦ .

نحن فى الهند لا يجب أن تفوتنا هذه الثورة
الصناعية الجديدة، وإذا حدث ذلك فإننا
نقود أنفسنا الى كارثة اقتصادية شاملة.
ويجب علينا ان نمعن النظر فى هذه المقولة
فى ضوء الكوارث الاقتصادية التى تحدث
فى كثير من اقطار العالم النامى وخاصة
الدول الاسلامية والعربية التى ابتعدت عن
طريق التكنولوجيا النووية وتكنولوجيا
المتقدمة وكذلك تكنولوجيا التصنيع.

مارس ٢٠٠١

الاسكندرية

توطین التکنولوجیا النوویة دروس مستفاده من البرنامج النووی الهندی

أ. د. فوزی حماد
رئیس هیئة الطاقة الذریة الاسبق

خلاصة

تتناول هذه الورقة الأهمية القصوى لدور العلم والتكنولوجيا فى التنمية الاقتصادية والاجتماعية فى البلدان النامية، انطلاقا من العلوم والتكنولوجيا النووية. كما تستعرض الورقة بإيجاز الوضع النووى فى الدول النامية ومنها الدول العربية والاسلامية. بالاشارة الى مفاعلات القوى ومفاعلات البحوث. كما تتناول تطور البرنامج النووى الهندى والاهتمام المبكر بدورة الوقود النووى فى اطار الاعتماد علم، الذات وتوطین التکنولوجیا، أى تعظیم المشاركة المحلية.

تمیز البرنامج النووى الهندى منذ البداية بوضوح الاهداف وهى بناء دورة وقود نووى استراتيجية وتفيد مفاعلات بحثية ومفاعلات قوى. ثم بناء تدريجى للقدرات العلمية والتکنولوجية من خلال التعاون الثنائى فى مجال المفاعلات البحثية ثم مفاعلات القوى من نوع الماء الثقيل (كاندو) فى التصميم والتصنيع والانشاء والتشغيل. وصلت درجة المشاركة المحلية الى أكثر من ٩٠٪ فى مفاعلات القوى، ومفاعل انتاج البلوتونيوم دروفا ودورة الوقود النووى، كما تم تصميم وتصنيع مفاعلات من نوع الولود السريع ومفاعلات اليورانيوم -٢٣٣ لأول مرة فى العالم. قد أدى هذا الجهد المستدام الى بناء صناعة نووية مكتملة الأركان، يدعمها برامج بحثية وتکنولوجية متطورة واستطاعت الهند أيضا تصميم وبناء قنابل نووية وإجراء تفجيرات نووية. ويخضع البرنامج لاعلى اشراف سياسى فى الهند وتوافرت له الارادة والادارة المتميزة على المستوى السياسى والتکنولوجى طوال الوقت.

وفى هذا البرنامج دروس هامة يجب اخذها فى الاعتبار لتوطین التکنولوجیا النووية بصفة خاصة والتکنولوجیا المتقدمة بصفة عامة لنا فى مصر والعالم العربى والاسلامى، حين الدخول فى برامج نووية متقدمة.

INDEGINIZATION OF NUCLEAR TECHNOLOGY: LESSONS LEARNED FROM THE INDIAN NUCLEAR PROGRAMME

FAWZY H. HAMMAD

**Former President, Atomic Energy Authority
Cairo, Egypt.**

ABSTRACT

This paper deals with the importance of the role of science and technology in economic and social development in developing countries based on nuclear science and technology. It briefly reviews the nuclear situation in developing countries including Arab and Moslem States. The use of nuclear power is limited to Pakistan and (Kazakhstan, Up to. 1998) Iran is working in cooperation with Russia and the IAEA to complete the Boushehr plant. The paper also deals with the development of the Indian nuclear programme and the early attention to the nuclear fuel cycle and manpower development in the framework of self- reliance and indeginization.

From the outset, the programme had clear objectives of building a strategic nuclear fuel cycle and nuclear power generation. Gradual development of scientific and technological capacity was undertaken through bilateral cooperation with Canada in heavy water research and power (CANDU) reactors; in design, fabrication, construction and operation. The degree of indeginization reached 90% or higher in research and power reactors. The capacity was established to develop the thorium - uranium fuel cycle and to design advanced research and power reactors including fast breeders and U-233 fuelled reactors .

India was also able to design nuclear devices and to undertake underground nuclear tests. The programme is supervised by the Prime Minister. The will, determination and excellent management of the programme on the political and technological level existed at all times. There are valuable lessons to be learned by Arab and Moslem countries that should be considered for indeginization of nuclear as well as advanced technologies.

توطین التكنولوجيا النووية دروس مستفاده من البرنامج النووى الهندى

١- مقدمة :

يعيش أكثر من ٧٥٪ من سكان العالم فوق ثلثي المعموره فى ما يسمى بالدول الناميه أو ما كان يسمى بالعالم الثالث، ويطلق عليها الآن أحيانا العالم الرابع، كما أن ٣٠٪ من هؤلاء البشر يعيشون فى فقر مدفع، وتقع الدول العربيه والاسلاميه ضمن هذا العالم الذى يكابد اقتصادا متخلفا. وتتسع الفجوه بينها وبين مجموعه الدول الصناعيه، وهى فجوه علميه تكنولوجيا صناعيه، فهل من الممكن تقليل هذه الفجوه؟ هل يمكن لهذه الدول الخروج من دائرة التخلف الشرسه؟ هل يمكن للعالم العربى والاسلامى إحراز تنمية اقتصاديه مستدامة اساسها العلم والتكنولوجيا؟

إن بناء قاعدة علميه وتكنولوجيا متطورة هى أهم أركان التنميه الاقتصاديه والاجتماعيه، وأهم دعائم الأمن القومى، ولا تعالى إذا قلنا أنها ضروره بقاء. وهى مهمه ليست باليسيره، فإن الدول المتقدمه صناعيا وتكنولوجيا وعلميا هى نتاج ثلاث قرون من الموجه الثانيه أو الثوره أو الحضاره الصناعيه بكل أبعادها الاداريه والتنظيمه والاقتصاديه والعلميه والثقافيه. وانتقلت الآن الى غمار الموجه الثالثه موجة حضاره العلم والتكنولوجيا المتقدمه، حضاره المعلوماتيه والمعارف والهندسه الجينيه والمواد المتقدمه.

أما دول العالم النامى التى رزح معظمها تحت نير الاستعمار زمناً طويلاً، فهى تعاني من الفقر والحاجه والديون، ومن كثير من المشاكل السياسيه والاقتصاديه والاجتماعيه المعقدة وغيبه الرشاد والتنوير والديمقراطيه وإتقان العمل، وافتقاد الآليه العلميه، والتراكم العلمى والتكنولوجى، مما يجعل هذه الدول فى حالة شبه العلم وشبه الصناعه.

فى خلال نصف القرن الماضى أعطى عدد من الدول الناميه وخاصه فى آسيا أولويه كبرى لبرامج الطاقة النوويه بما فيها توطين أو اكتساب التكنولوجيا النوويه فى إطار الاعتماد على الذات مما أدى الى تحول علمى وتكنولوجى ساهم فى نهضتها وتحولها نحو التكنولوجيا المتقدمه. حققت اليابان وكوريا الجنوبيه وتايوان تقدماً كبيراً فى مجال التكنولوجيا النوويه السلميه وخاصه فى مجال مفاعلات القوى ودوره الوقود النووى وبناء قاعدة علميه تكنولوجيا صناعيه، كما حققت الصين والهند والباكستان تقدماً على الجبهه العسكريه والجبهه السلميه.

ولقد تناولنا حديثاً في عدد من المقالات (مجلة المصور) الأوضاع النووية في عدد من هذه البلاد، ونتناول هنا تجربته الهندية في توطين التكنولوجيا النووية والدروس المستفادة، وهي تجربته فريدة في مجتمع تتشابه ظروفه وظروف العالم العربي والاسلامي الى حد كبير. كما ان الهند عاشت لقرون عديدة في إطار الحضارة الاسلامية، وذلك بعد ان تستعرض بايجاز وضع الطاقة النووية في العالم الاسلامي.

٢- الطاقة النووية في العالم ونصيب العالم العربي الاسلامي مفاعلات القوى

١/٢ يوضح شكل ١ الوضع النووي في العالم واسهام الطاقة النووية في توليد الكهرباء في دول العالم النووية. يتفاوت هذا الاسهام بين ٧٥٪ في فرنسا و ١٢,٠٪ في باكستان الدولة الوحيدة في العالم الاسلامي التي تولد كهرباء نووية، وهي تقع في ذيل العالم النووي. المفاعل الباكستاني هو من طراز الكاندو الذي يستخدم الماء الثقيل واليورانيوم الطبيعي، وقدرته ١٢٥ ميجاوات كهربى.

٢/٢ جدير بالذكر ان قازاخستان كانت تولد ٠,٦٪ من انتاجها الكهربى من مفاعل نووى قدرته ٧٠ ميجاوات كهربى مفاعل سوفيتى ولود سريع تجريبى، كان يستخدم في تحلية المياه وانتاج الكهرباء دخل الخدمة في عام ١٩٧٢. وقد تولدت عنه خبرة هائلة في مجال التحلية النووية. ويجب أن تشير الى أهمية مفاعلات تحلية المياه لنا في العالم العربي والاسلامي، الذي يقع في قلب المنطقة القاحلة من العالم. لقد أهتم السوفيت بذلك في قازاخستان، ثم اهتمت الوكالة الدولية بدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية للتحلية النووية في شمال افريقيا بالتعاون مع دول المنطقة في الفترة من ١٩٩٠ - ١٩٩٦، ونتائج هذه الدراسة وتوصياتها مهمة لنا.

٣/٢ يوضح جدول ١ ان الدول النامية لديها ١٠٪ من مفاعلات العالم الشغالة وقدرتها تبلغ ٧,٦٪ من القدرة المركبة في العالم، وبالمقارنة فإن نسبة عدد المفاعلات النووية في الدول الاسلامية تبلغ ٢٢,٠٪. غير أنه توجد حركة نشطة لبناء المفاعلات في عدد من الدول النووية تبلغ ٥٣٪ من نصف المفاعلات قيد التشييد في العالم. أما في العالم الاسلامي فيجرى تشييد ٣ مفاعلات تشكل ٨٪ من مفاعلات العالم، ونسبة قدرتها المركبة ٠,٣٦٪ أى أنها هامشية. ويوجد منها مفاعل في باكستان قدرته ٣٠٠ ميجاوات كهربى من طراز الماء المضغوط الذي تم تطويره في الصين، كما يوجد مفاعلان تحت الانشاء في ايران توقف العمل فيهما الذي تعرض

منذ الثورة الإسلامية لأعمال عسكرية من جانب العراق أثناء حرب الخليج الأولى، وتبذل الحكومة الآن جهوداً كبيرة لاستكمال أحدهما وهو مفاعل بوشهر بالتعاون مع روسيا والوكالة الدولية للطاقة الذرية.

٤/٢ نستخلص من ذلك أن العالم العربي خال تماماً من مفاعلات القوى، وكذلك دورة الوقود النووي، والعالم الإسلامي خال من المفاعلات الشغالة سوى باكستان ويجري العمل على تشييد مفاعلين في إيران. وتجدر الإشارة إلى أن قارة أفريقيا خالية من مفاعلات القوى سوى جنوب أفريقيا. وأن منطقة الشرق الأوسط هي المنطقة الوحيدة في العالم التي تعرضت لمفاعلاتها لقصف عسكري سواء كانت مفاعلات قوى أو مفاعلات بحوث.

٥/٢ بالنسبة لمنطقة الشرق الأوسط يوضح جدول ٢ أن أربعة دول عربية فقط تدير ستة مفاعلات بحثية، وذلك بعد تدمير مفاعلات العراق الثلاثة بواسطة أعمال حربية من قبل إسرائيل في عام ١٩٨٢، ومن قبل الولايات المتحدة في عام ١٩٩٠. وأحدث هذه المفاعلات وأكبرها هو مفاعل مصر البحثي الثاني وقدرته ٢٢ ميجاوات، كما توجد ٥ مفاعلات بحثية في إيران وتركيا في منطقة الشرق الأوسط.

٦/٢ أما إسرائيل، يوضح جدول ٢ أيضاً أن لديها مفاعل بحثي في نحال سوريق ومفاعل لإنتاج البلوتونيوم في ديمونه، وهو مفاعل عسكري فرنسي الأصل حصلت عليه إسرائيل في اتفاقية سيفر ١٩٥٦ ثمناً لإشتراكها في عدوان السويس. ولا تنشر عن هذا المفاعل أي بيانات في وثائق الوكالة الدولية للطاقة الذرية في إطار سياسة الغموض النووي الإسرائيلي. لقد حدد هذه المفاعل ودورة الوقود النووي المتصلة به موازين القوى في الشرق الأوسط. كما أسهم في التحول التكنولوجي لإسرائيل. ويوضح شكل ٢ مخطط المنشآت النووية الإسرائيلية السرية في ديمونه التي نشرت في صحيفة الصن داي تايمز الانجليزية في عام ١٩٨٦، بناء على المعلومات والتي كشف عنها الفنى مورديخاي فعنونو، وهذه أكبر منشأة نووية في المنطقة وهي ترسنة لإنتاج السلاح النووي.

٧/٢ أما الدول الإسلامية - خارج الشرق الأوسط التي تدير مفاعلات بحثية، يوضح جدول ٣ أن عددها ١١ مفاعل في ستة دول. ويلاحظ أن أربعة من هذه المفاعلات أي أكثر من الثلث كانت في الجمهوريات الإسلامية أثناء وجودها في إطار الاتحاد السوفيتي سابقاً.

٨/٢ تجدر الإشارة الى ان الصين هي التي ساعدت الباكستان فى برنامجها النووى، وهى التى أمدت الجزائر بمفاعل السلام وهو من نوع الماء الثقيل. وهى ايضا التى تساعد المغرب حالياً فى اجراء دراسة عن جدوى مفاعل التحلية النووية. فهل يتمشى ذلك مع أطروحة هنجنتون بالتحالف بين الحضارة الاسلامية والحضارة الكونفوشية فى المجالات النووية. وتجدر الملاحظة ايضاً ان مصر وقعت مع الصين فى العام الماضى وثيقة تحالف استراتيجية. (١)

٩/٢ يبلغ عدد الدول العربية والاسلامية التى تدير مفاعلات بحثية ١٢ دولة (بعد تدمير المفاعلات العراقية) ولديها ٢٥ مفاعلا بحثيا تشكل ٩٪ من مفاعلات العالم، وهى تقرب من نسبة الدول النامية الى العالم (١٢,٦٪) كما هو موضح فى جدول -١. أكبر هذه المفاعلات مفاعل اندونيسيا -٣، يليه مفاعل مصر -٢ ثم مفاعل الجزائر -٢، وكان مفاعل اويزيراق فى العراق الذى دمر عسكرياً أكبرها جميعاً. ويوضح ذلك أن الاهتمام النووى فى هذه المنطقة هو اهمام بحثى وتعليمى ونرى أهمية تشغيل هذه المفاعلات بالطاقة القصوى لتعظيم الاستفادة بها، وتدعيم القاعدة العلمية والتكنولوجية والتحلية النووية. ولكى تكون نقطة انطلاق لتوطين التكنولوجيا فى مجال دورة الوقود النووى ومفاعلات تحلية المياه وتوليد الكهرباء فى المنطقة وخاصة فى شمال افريقيا الى أهتمت بدراسات الجدوى للتحلية النووية مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ولكن لم تتخذ أى دولة عربية خطوة جدية نحو بناء محطات صغيرة تجريبية لهذه التكنولوجيا ونرى أهمية التعاون مع قازاخستان فى هذا المجال.

٣- أهم ملامح البرنامج النووى الهندى :

١/٣ فى عام ١٩٤٥ الذى دمرت فيه مدينتا هيروشيما ونجازاكي باستخدام قنبلة ذرية لكل مدينة، أنشئ فى الهند معهد تاتا للبحوث الأساسية الذى اهتم اساسا بالعلوم النووية، وذلك بمبادرة من العالم الهندى هومى بهابها قدمها فى عام ١٩٤٤ الى السير تاتا صاحب مؤسسة تاتا للتمويل والذى قرر تبني انشاء المعهد. وجدير بالذكر أن بهابها درس الفيزياء فى جامعة كامبردج قبل استقلال الهند، وكان واسع الاتصالات العلمية، وعلى دراية بالتطورات النووية، وكان معظمها فى هذا الوقت فى طى الكتمان.

٢/٣ وفى عام ١٩٤٨ بعد الاستقلال صدر قانون الطاقة الذرية وأنشئت لجنة الطاقة الذرية تابعة لرئيس الوزراء. وفى عام ١٩٤٩ أنشئت وحدة للبحث عن الخامات الذرية والنادرة يوضح الاهتمام بالطرف الأمامى لدورة الوقود النووى وفى عام ١٩٥٤ أنشئت

معامل الطاقة الذرية وتسمى الآن مركز بهابها للبحوث الذرية (BARC* - بارك) فى ترومباى (من ضواحي بومباى وتسمى الآن مومباى)، ثم انشئت وزارة الطاقة الذرية. وتحدد الهدف مبكراً بالدخول فى مجال القوى النووية ودوره الوقود النووى، وكان مدخلها المبكر تطوير القوى البشرية العلمية على مستوى رفيع من خلال معهد تاتا للبحوث الاساسيه. فى اطار الادارة السياسية لرئيس الوزراء جواهر لال نهرو والارادة الفنية والتكنولوجيا للعالم بهابها وتوافر الإرادة النووية والتكنولوجية.

٣/٣ فى خلال فترة وجيزة تم بقدرات هندية انشاء مصنع لانتاج الثوريوم فى عام ١٩٥٥، وانتاج فلز اليورانيوم ذو النقاوة النووية فى عام ١٩٥٩. وفى عام ١٩٥٦ تم تشغيل مفاعل أسبارا (قدرة ١ ميجاوات) وهو أول مفاعل فى اسيا خارج الاتحاد السوفيتى، وتم تصنيع وحدات الوقود الخاصة به فى الهند من خلال التعاون مع بريطانيا وفرنسا للحصول على اليورانيوم عالى الاغناء اللازم لذلك، مما يوضح الإرادة المبكرة لتوطين التكنولوجيا النووية، منذ أن كان البرنامج النووى الهندى فى المهد.

٤/٣ وفى عام ١٩٦٠ بدأ تشغيل المفاعل الكندى الهندى للبحوث قدرة ٤٠ ميجاوات حرارى. وتم تصنيع جزء من شحنة وقود أول قلب للمفاعل محليا، من خلال برنامج تعاون ثنائى هندى كندى يتضمن نقل التكنولوجيا بدأ التفاوض بشأنه فى عام ١٩٥٥ أثناء مؤتمر جنيف الأول للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية. وفى عام ١٩٦١ بدأ العمل فى الطرف الخلفى لدورة الوقود النووى بتشبيد محطة لاعادة المعالجة وانتاج البلوتونيوم، وبدأ تشغيلها فى عام ١٩٦٤. وبذلك يكون قد تم استكمال دورة وقود نووى كاملة حول المفاعل الكندى الهندى. تم ذلك فى وقت مبكر بالاعتماد على الذات فى تطوير تكنولوجيا هندية فى معظم دورة الوقود مطعمة بتكنولوجيا كندية فى مجال المفاعلات وتصنيع وحدات الوقود النووى وتم انتاج البلوتونيوم الذى استخدم فى التفجير النووى الهندى الأول (الذى سمي تفجيراً سلمياً) فى عام ١٩٧٤، وكان رداً على التفجير النووى الصينى الأول فى عام ١٩٦٤. وجدير بالذكر أن الولايات المتحدة الامريكية شجعت الهند على القيام بهذا التفجير لخلق توازن نووى مع الصين.

* Bhabha Atomic Research Center (BARC)

٥/٣ بدأ الاهتمام بادخال مفاعلات القوى النووية مبكراً وكان ذلك عقب نجاح تشغيل أول مفاعل قوى لتوليد الكهرباء من نوع الماء الخفيف فى العالم فى عام ١٩٦٠ - وكان من نوع الماء المغلى (محطة درسدن - ١ بالقرب من شيكاغو) وتم اختيار مفاعلين من هذا النوع فى عطاء عالمى فى عام ١٩٦٢. نلاحظ هنا المتابعة الدقيقة للتطورات الذرية والجسارة فى اتخاذ القرار. وبدأ التشييد فى عام ١٩٦٤ فى محطة «ترابور» وبدأ التشغيل فى عام ١٩٦٩. ولا زالت هذه المحطة شغالة بعد ٣١ عاماً بينما توقفت محطة درسدن - ١ بعد ١٧ عاماً من بدأ التشغيل.

٦/٣ فى عام ١٩٦٢ ايضا تم التعاقد مع كندا بالامر المباشر على تشييد مفاعل من طراز الكاندو لإقامة محطة راجستان - ١ وهو من طراز مفاعل دوجلاس بوينت أول مفاعل كبير قدرة ٢١٨ ميجاوات كهربى فى كندا. وبدأ تشييده فى عام ١٩٦٠. ولم يكن قد تم الانتهاء من تشغيله (الذى بدأ فى عام ١٩٦٧) ووقت التعاقد وبالتالى لم تتوافر أى خبرة تشغيلية بعد، كما حدث فى محطة درسدن - ١. ولقد اتخذ القرار فى ضوء نجاح تشغيل أول مفاعل ايضاى صغير من طراز الكاندو (NPI)* قدرته ٢٠ ميجاوات فى عام ١٩٦٢. ويوضح سرعة اتخاذ هذا القرار لهفة القيادة السياسية والنووية الهندية على الالتحاق بمحطات الماء الثقيل والتعاقد عليها وتوطين تكنولوجياتها وهى مازالت فى المهد، وقد تم تشغيل محطة راجستان الأولى فى عام ١٩٧٣، وذلك بعد ستة سنوات فقط من تشغيل أول محطة من هذا النوع وهى محطة «دوجلاس بوينت» فى كندا.

٧/٣ وفى عام ١٩٦٧ تم التعاقد ايضا بالامر المباشر على محطة من نفس النوع لتكون محطة راجستان - ٢، واستغرقت وقتاً طويلاً فى التشييد وبدأ تشغيلها فى عام ١٩٨١، وذلك بسبب المقاطعة الكندية بعد التفجير النووى فى عام ١٩٧٤، كما استغرق برنامج التصنيع المحلى زمناً أطول. وبلغت نسبة التصنيع المحلى ٥٥٪ فى راجستان - ١، و ٧٥٪ فى راجستان - ٢. وبلغت المشاركة المحلية فى التصميم والتشييد والتصنيع أكثر من ٩٠٪ المحطات التالية. وهى مدراس نارورا - وبذلك اطلقنا على هذه المحطات اسم إندو Indu أو هندو . (مفاعل الماء الثقيل الطراز الهندى).

* Nuclear Power Demonstration Plant

٧/٣ مر البرنامج النووى الهندى بمرحلة حرجة بعد أن قامت الهند بتفجيرها النووى الأول (السلمى) فى مايو ١٩٧٤، فقد توقفت كندا عن تعاونها النووى مع الهند، وأعلنت عن عدم تسليم ماكينتين لتزويد المفاعلات بالوقود كان يجرى تصنيعهما لحساب الهند. غير أن المسئولين الكنديين أبلغوا المسئولين الهنود أن الهند تستطيع تسليم الماكينتين - اللتين تم تصنيعها فعلا- عن طريق طرف ثالث . ولكن الهند رفضت ذلك بإباء، وقامت بتصنيع الماكينتين محليا رغم شدة تعقيد هذا النوع من الماكينات من حيث التصميم والتصنيع والمواد. استغرق ذلك وقتا طويلا، الا أن هذا الانجاز التكنولوجى كان مثارا للفخر الهندى التكنولوجى بنجاحه فى الاعتماد على الذات وتوطين التكنولوجيا أدى ذلك وغيره الى تغطية البرنامج الا ان ذلك كان دافعا للتطوير والتوطين التكنولوجى.

٩/٣ يوضح جدول - ٤ أن عدد مفاعلات القوى الشغالة حالياً ١٢ مفاعلا قدرتها المركبة ٢٢٨٠ ميجاوات كهربى، منها مفاعلان من نوع الماء الخفيف المغلى الأمريكية الاصل، وهما بداية برنامج مفاعلات القوى، وعشرة من طراز مفاعلات الماء الثقيل من النوع الكندى - الهندى فى اطار سياسة الاعتماد على الذات وتم بناء هذه المحطات وتشغيلها عبر ثلاثة عقود فى الفترة من عام ١٩٦٩ وحتى ٢٠٠٠.

١٠/٣ ويبلغ عدد المفاعلات طراز هندو تحت الانشاء ٤ مفاعلات قدرتها ١٤٤٠ ميجاوات منهم اثنان قدرة كل ٥٠٠ ميجاوات كهربى من الجيل الثانى، وهذه نقلة كبرى فى التصميم والانشاء لمفاعلات قدرتها تزيد عن ضعف مفاعلات الماء الثقيل الهندية من الجيل الأول. كما أعلن عن بدء انشاء ٤ مفاعلات جديدة قدرتها ٢٤٤٠ ميجاوات ك، منها مفاعلان من نوع الماء الخفيف المضغوط طراز روسى وبذلك يتكون الخليط الهندى من مفاعلات الماء الثقيل ومفاعلات الماء الخفيف. وهذا هو النمط الاسيوى فى سياسة المفاعلات التى اتبعت فى الصين وكوريا الجنوبية والباكستان. وهو اتجاه مهم توصى باتباعه فى مصر فى حالة تنفيذ برنامج نووى لى نكون على صلة التطورات العلمية فى هذين المجالين الهامين من مجالات مفاعلات القوى.

ويوضح جدول - ٥ ان حجم برنامج المفاعلات الشغالة وتحت الانشاء والمخططة يبلغ ١١٦٠٠ ميجاوات كهربى. وهذا نقلة كبرى فى البرنامج الهندى مرتكزة على خبرة ثلاثين عاما فى مفاعلات توليد الكهرباء

١١/٣ يوضح شكل - ٣ متوسط معامل الحمل لمفاعلات القوى الكهربائية فى معظم دول العالم النووية منذ عام ١٩٨٢، ويتضح منه ان متوسط معامل الحمل للمحطات النووية الهندية هل أقل دول العالم حتى عام ١٩٩٧. وتفاوت متوسط الحمل بين ٢٧٪ (عام ١٩٨٢) و ٥٠٪، وفى عام ١٩٩٤ بدأ تصاعد مستمر فى متوسط الحمل الى ان وصل الى ٦٢٪ فى عام ١٩٩٠. ويكمن السبب وراء ذلك ان الهند بدأت التصنيع المحلى بالاعتماد على الذات مبكراً فى هذه الصناعة المتقدمة مع توقف العلاقات الكندية الهندية ابتداء من عام ١٩٧٤ الذى أثر ذلك على برنامج نقل وتوطين التكنولوجيا. ولكن بالجهود الوطنية امكن مع الوقت استيعاب التكنولوجيا وتحسن الاداء وبدأت الاقتراب من مستوى الدول النووية المتقدمة. وبالمقارنة مع كوريا الجنوبية. نجد ان متوسط معامل الحمل كان دائماً حوالى ٨٠٪، وذلك لاعتمادها على برنامج تدريجى مستمر لنقل واستيعاب التكنولوجيا فى كافة مجالات المحطات النووية ودورة الوقود النووية تم التعاقد عليه مع عدد من الشركات الامريكية.

١٢/٣ يتم انتاج الماء الثقيل اللازم لتشغيل محطات الكاندو حالياً وفى المستقبل وللتصدير محلياً فى ثمان محطات موزعة على الشواطئ الهندية فى غرب البلاد وشرقها، وتم تطوير تكنولوجيا هندية باستخدام عملية التبادل كبريتيد الايدروجين - الماء فى أربعة محطات. ويتم إدارة هذه المحطات بواسطة مجلس الماء الثقيل، ويجرى تطوير الصناعة باستمرار وتحسين الكفاءة والحفاظ على الطاقة.

١٣/٣ ويتم تصنيع الوقود النووى هو جزء هام فى دورة الوقود النووى التى تبدأ من البحث عن الخامات الذرية واستخراج المواد النووية ومعالجتها وتصنيع الوقود النووى واستخدامه فى المفاعل، وإعادة المعالجة وتصريف النفايات المشعة. ومن أهم المنشآت الخاصة بذلك مجمع الوقود النووى فى حيدر أباد الذى انشئ لتصنيع وقود مفاعلات الكاندو، وقود مفاعلات الماء الخفيف، فلز الزكونيوم وسبائك وسبائك متقدمة أخرى وغيرها من المواد المتقدمة. وجدير بالذكر أن دورة الوقود النووى الهندية الرئيسية تعتمد علي استخدام اليورانيوم الطبيعى فى مفاعلات الماء الثقيل وإنتاج البلوتونيوم من الوقود المستنفد بواسطة إعادة المعالجة فى الجيل الأول من دورة الوقود وفى الحبل الثانى يمكن استخدام البلوتونيوم فى توليد اليورانيوم - ٢٣٣ الانشطاري باستخدام الثوريوم (مادة خصبة) الذى سوف يستخدم كوقود فى الجيل الثالث من المفاعلات.

١٤/٣ تم تطوير قاعدة راسخه فى مجال البحوث والتطوير فى كافة مجالات القوى النووية. وهناك خمس مفاعلات للبحوث منها مفاعل قدرة ١٠٠ ميجاوات (مفاعل دروفا - Dhruva) تم تصميمه وتصنيعه بالكامل فى مركز بهابها للبحوث الذرية إعتماداً على الخبرة المكتسبة من المفاعل الكندي الهندي، وهو من النوع الملائم لانتاج البلوتونيوم (نوعيه السلاح) ويعمل منذ أواخر عام ١٩٨٥ كما تم تطوير دورة الوقود النووي الكاملة واللازمة لذلك، وأدى الى تراكم كمية من البلوتونيوم كافية لانتاج عدد وفير من القنابل الذرية، والتي أعلنت تفجيرها فى مايو ١٩٨٨ عن انها أصبحت دولة نووية.

١٥/٣ وتم انشاء مركز انديرا غاندى للبحوث الذرية فى عام ١٩٧٢ ليتولى مسئولية البحث والتقدير فى المفاعلات السريعة، وتم أيضاً تصميم مفاعل سريع قدرة ٥٠٠ ميجاوات، كما تم تصميم وتصنيع وتشغيل مفاعل اختبار من نوع المفاعلات الولود السريع قدرة ٥٠ ميجاوات ويعمل بقدرة منخفضة، وتتناول البحوث أيضاً مجال دورة الثوريوم لانتاج اليورانيوم - ٢٣٢ لاستعماله كوقود نووى مستقبلاً، وتم تصميم واقامة مفاعل كاميني (Kamini) فى مركز انديرا غاندى أيضاً الذى يعمل باليورانيوم - ٢٣٣ كوقود، وهذا المفاعل الوحيد من نوعه فى العالم.. وهذا يوضح الانتقال الى مرحلة الابتكار العلمى. وأهتتم الهند أيضاً بالتحلية النووية وأقامت وحدة تجريبية صغيرة مرتبطة بمفاعل البحوث الكندي الهندي، وتعمل على تصميم وحدات كبيرة ترتبط بالمفاعلات الهندية قدرة ٥٠٠ ميجاوات.

١٦/٣ وهناك مركز للتكنولوجيا المتقدمة فى لجنة الطاقة النووية الهندية ويختص بالبحوث فى مجال المعجلات والليزر، وهندسة وعلوم درجات الحرارة المنخفضة وغيرها. إن قطاع البحوث والتطوير يقع موضع القلب فى البرنامج النووى الهندي.

١٧/٣ يوضح شكل ٤ توزيع مرافق ومنشآت البرنامج النووى الهندي فى انحاء البلاد على نطاق واسع.

١٨/٣ لقد مكنت الخبرة المكتسبه فى التصميم والانشاء والتشغيل فى مجال مفاعلات القوى ومفاعلات البحوث ودورة الوقود النووى، مكنت الهند من تطوير قدرة نووية استراتيجية، ومكنتها أيضاً من التوسع فى الاستخدامات السلمية النووية فى توليد الكهرباء وتحلية المياه والاستخدام الواسع للنظائر والمصادر المشعة وقامت بتوطين التكنولوجيا النووية على نطاق كبير وأدى ذلك الى بناء قدرات صناعية وتكنولوجية متميزه فى مجالات الصناعات الميتاليرجية المتخصصة، والالكترونية، والحاسبات والمعلومات والارضيات النادرة والمواد المتقدمة مما مكن الهند من أن تدخل عصر التكنولوجيا المتقدمة.

١٩/٣ على الرغم من العقبات التي واجهت هذا البرنامج الطموح مثل التأخير فى التنفيذ وانخفاض معدلات الأداء للمفاعلات كما أشرنا، فقد نجحت الهند فى خلق جزر علمية تكنولوجية متقدمة كانت سبيلها الى التقدم المطرد وسياجا لأمنها القومى، كما استطاعت نتيجة التراكم المعرفى والتكنولوجى وتحسين أداء المفاعلات فى السنوات الأخيرة بشكل واضح، وهى تستعد الآن لأخذ وضع تصدير المفاعلات. -

٤ - خاتمة :

١/٤ بدأ برنامج الهند النووى بمشاريع تسليم المفتاح فى مفاعلات الماء الخفيف الأمريكى حيث كانت المشاركة المحلية محدودة، وتزايدت المشاركة تدريجياً عن طريق التعاون الهندى الكندى فى مفاعلات الكاندو أو الهندو حتى وصلت الى مرحلة الانتاج المحلى فى إطار سياسة الاكتفاء الذاتى بدرجة ٩٠٪ . وتلى ذلك تحسين التصميمات وفى المرحلة الأخيرة اتجهت الهند نحو رفع مستوى الجودة وتحسين الاداء وتعزيز السيطرة التكنولوجية. أما بالنسبة لدورة الوقود النووى فقد بدأتها الهند مبكراً جداً وطورت دورة اليورانيوم الطبيعى وانتاج البوتونيوم، كما طورت دورة الثوريوم وانتاج اليورانيوم - ٢٣٢. كما طورت القدرة على تصميم المفاعلات البحثية من انواع متعددة، كما أنشأت كافة الصناعات اللازمة لهذا البرنامج مما أدى الى تحول علمى تكنولوجى صناعى مشهود ويخضع البرنامج لإشراف رئيس الوزراء كما توافرت للبرنامج الإرادة والإدارة على المستوى السياسى والتكنولوجى بشكل مستمر.

٢/٤ لقد تميز برنامج القوى النووية الهندى بوضوح الأهداف منذ البداية، وتم بناء تدريجى للقدرات العلمية والتكنولوجية من خلال برنامج للبحوث والتطوير وتوطين التكنولوجيا، وتنمية قدرات وإقامة الصناعات والتكنولوجيا المتقدمة وما يتطلبه من التصميم والتصنيع والتشغيل، وبناء القاعدة البشرية النووية اللازمة وفق تخطيط وتدريب سليم وأنشأت مركزاً للتدريب الجامعين والفنيين منذ عام ١٩٥٧ قبل التحاقهم للعمل فى فروع الطاقة الذرية، مما أكسب الهند مجموعه ممتازة من القيادات فى كل نواحي البرنامج النووى، خلقت مناخاً مواتياً للعمل فى إطار ثقافة نووية تشمل ثقافات الجودة والامان والاداء، كما تميزت بالإدارة والقدرة على التخطيط البعيد، وعلى اتخاذ القرارات السليمة فى الأوقات المناسبة.

٣ / ٤ لقد أعطت الهند مثلاً فريداً وناجحاً لدولة نامية فى استخدام التكنولوجيا النووية لتطوير المجتمع والتحول نحو التكنولوجيا المتقدمة. أن فى الخبرة الهندية دروساً كثيرة عن توطين التكنولوجيا وإدارتها وبناء القدرات التكنولوجية النووية والتكنولوجيا المتقدمة المصاحبة لها، وهى ذات فائدة عظيمة للعالم العربى والإسلامى الذى أهمل التكنولوجيا النووية أهمالاً تاماً فى كثير من أرجائه وذلك من أسباب التخلف العلمى والتكنولوجى لهذه البلاد.

٤ / ٤ إن دورة الوقود النووى المعتمدة على اليورانيوم الطبيعى واستخدام الثوريوم هى دورة ملائمة لمصر وخاصة أن لديها احتياطى كبير من الثوريوم، كما أن استخدام خليط من مفاعلات الماء الثقيل والماء الخفيف المضغوط له مميزات عظيمة حيث أخذها فى الاعتبار عند وضع برنامج نووى طويل الأمد.

جدول - ١

وضع مفاعلات القوى
والمفاعلات البحثية فى الدول النامية

م	الدول	المفاعلات الشغالة		تحت الانشاء		مفاعلات بحثية العدد
		العدد	القدرة المركبة ميغا وات-ك	العدد	القدرة المركبة ميغا وات-ك	
١	كوريا الجنوبية	١٦	١٢٩٩٠	٤	٣٨٢٠	٢
٢	تايوان - الصين	٦	٤٨٨٤	—	—	—
٣	الصين	٣	٢١٦٧	٧	٥٤٢٠	١٣
٤	جنوب افريقيا	٢	١٨٤٢	—	—	١
٥	الهند	١١	١٨٩٧	٣	٦٠٦	٥
٦	المكسيك	٢	١٣٠٨	—	—	٣
٧	الارجنتين	٢	٩٣٥	١	٦٩٢	٥
٨	البرازيل	١	٦٢٦	١	١٢٤٥	١
٩	الباكستان	١	١٢٥	١	٣٠٠	٢
١٠	ايران *	—	—	٢	٢١١١	٤
١١	قازاخستان **	١	٧٠	ملحوظة : أوقف بعد عام ١٩٩٨		
	المجموع الكلى	٤٤	٢٦,٧٧٤	١٩	١٤,١٩٤	٣٦
	الدول العربية والإسلامية	١	١٢٥	٣	٢٤١١	٢٥
	العالم	٤٣٣	٣٤٩,٠٦٣	٣٦	٣١,١٢٨	٢٨٤
	النسبة المئوية للدول النامية	٪١٠	٪٧,٦	٪٥٣	٪٤٥	٪١٢,٦
	النسبة المئوية للدول العربية والإسلامية	٪٠,٢٣	٪٠,٠٣٦	٪٨	٪٧,٧	٪٩

بيانات ابريل ٢٠٠٠ - الوكالة الدولية للطاقة الذرية

* يجرى العمل حالياً فى استكمال مفاعل بوشهر فى ايران

** مفاعل تجريبى، ويستخدم أيضاً فى تحلية المياه وتوليد الكهرباء وهو الوحيد من نوعه فى العالم، وتم ايقافه الان

المفاعلات البحثية في المنطقة العربية والشرق الأوسط - ١

جدول - ٢

البلد (العدد)	المفاعلات	القدرة كيلو وات	نوع المفاعل	درجة الانغناء نسبة اليورانيوم ٢٣٥-٪	الفيض المنترونس (ن/سم ^٢ /ث)		تاريخ المرورية	البلد مصدر الوقود
					حرارى	سريع		
١- الجزائر (٢)	الجزائر ١- نور الجزائر- ٢ السلام	١٠٠٠ ١٥,٠٠٠	بركة/ ماء خفيف ماء ثقيل	١٩,٧ ٢,٣-٢,٩٦	١٢ ١٠ x ٨,٩ ١٤ ١٠ x ٢	١٢ ١٠ x ٢ ١٢ ١٠ x ٤	١٩٨٩ ١٩٩٢	الأرجنتين الصين
٢- سوريا (١)	سوريا-١	٣٠ (صفري)	ماء خفيف	٨٩,٨٧	١٢ ١٠		١٩٩٦	الصين
٣- العراق (٣)	عراق ١- أوزبراق	٥٠٠٠ ٧٠	بركة/ ماء خفيف بركة/ ماء خفيف	٨٠ ٩٣	تم تدميره أثناء حرب الخليج الثانية ١٩٩١ تم تدميره بواسطة إسرائيل عام ١٩٨٢ تم تدميره أثناء حرب الخليج الثانية ١٩٩١		١٩٦٧ ١٩٨٢ ١٩٨٧	روسيا فرنسا روسيا
٤- ليبيا (١)	ليبيا-١	١٠,٠٠٠	تاتك/ ماء خفيف	٨٠	١٤ ١٠ x ٢	١٤ ١٠ x ٨	١٩٨١	روسيا
٥- مصر (٢)	مصر ١- مصر-٢*	٢٠٠٠ ٢٢٠٠٠	تاتك/ ماء خفيف بركة/ ماء خفيف	١٠ ١٩,٧٥	١٣ ١٠ x ١,٥ ١٣ ١٠ x ٨,١	١٣ ١٠ x ٣,٦	١٩٦١ ١٩٩٨	روسيا

ملحوظة : يوجد مفاعل تحت الانشاء في المغرب

*افتتح السيد الرئيس/ محمد حسني مبارك رئيس الجمهورية - هذا المفاعل مع مصنع الوقود النووي الملحق به ، وكان بصحيته السيد رئيس جمهورية
الأرجنتين في ٤ فبراير ١٩٩٨

المفاعلات البحثية في المنطقة العربية والشرق الأوسط - ٢

جدول - ٢

البلد مصدر الوقود	تاريخ الحرجية	الفيض التترونى (ن/سم/٢ ث)		درجة الأغناء نسبة اليورانيوم -٢٣٥٪	نوع المفاعل	القدرة كيلو ووات	المفاعلات	البلد (العدد)
		سريع	حرارى					
الأرجنتين	١٩٦٧	١٤ ١٠ x	١٣ ١٠ x ٣	١٩,٧٥	بركة	٥٠٠٠	ايران - ١	٢ - ايران (٤)
الصين	١٩٩٢		٤ ١٠ x ١	١,٧	تجميعية حرجة		ايران - ٢	
الصين	١٩٩٢		٥ ١٠ x ٦	٠,٧	تجميعية حرجة		ايران - ٣	
الصين	١٩٩٤		١٢ ١٠ x ١	٪ ٣٠	مفاعل صغرى	٣٠	ايران - ٥	
الولايات المتحدة	١٩٦٢	١٢ ١٠ x	١٢ ١٠ x ٥	٪ ٢٠	تريجا - ٢	٢٥٠	تركيا - ١ الجامعة الفنية	٧ - تركيا (٢)
الاتحاد السوفياتي								
التصنيع: فرنسا	١٩٨١	١٣ ١٠ x ٦,٧	١٣ ١٠ x ٤,٩	٪ ٩٣ - ٢٠	بركة	٥٠٠٠	تركيا - ٢	
الولايات المتحدة	١٩٦٠	١٣ ١٠ x	١٣ ١٠ x ٥	٪ ٩٣	بركة		اسرائيل - ١	٨ - اسرائيل (٢)
التصنيع: فرنسا						٢٢ ٢٦,٠٠٠	نحال سوريق	
الولايات المتحدة						٢٢ ٧٠,٠٠٠	اسرائيل - ٢	
فرنسا	١٩٦٣				ماء ثقيل	٢٢ ١٥٠,٠٠٠	ديمونة**	

* تم إيقافه في عام ١٩٧٧

** مفاعل لإنتاج البلوتونيوم لأغراض عسكرية - وملحق به مصنع للوقود النووي ومحطة لإعادة المعالجة واستخلاص البلوتونيوم - حدد موازين القوى في منطقة الشرق الأوسط. (انظر شكل ٢)

جدول ٣- المفاعلات البحثية في الدول الإسلامية خارج منطقة الشرق الأوسط - ١

البلد مصدر الوقود	تاريخ الحرجية	الفيض النترونس (ن/سم/ث)		درجة الأغناء نسبة اليورانيوم ٪ ٢٣٥-	نوع المفاعل	القدرة كيلو ووات	المفاعلات	البلد (العدد)
		سريع	حرارى					
الولايات المتحدة	١٩٦٤	١٣١٠ × ١,٧	١٣ ١٠ × ٤	٢٠	تريجا - ٢	١٠٠٠	اندونيسيا-١ باندونج اندونيسيا - ٢ كارتيني اندونيسيا-٣ مركز المفاعل متعدد الاغراض	١- اندونيسيا (٣)
	١٩٧٩	١٢١٠ × ٢,٤	١٢ ١٠ × ١,٢	٢٠	تريجا - ٢	٢٠٠		
	١٩٨٧	١٣١٠ × ٥	١٣ ١٠ × ٥	١٩, ٢٥	بركة/ ماء خفيف	٣٠, ٠٠٠		
الاتحاد السوفياتي - فرنسا الصنع : ألمانيا - اندونيسيا								
روسيا	١٩٥٩	١٤١٠ × ١	١٤ ١٠ × ٢, ٣	٩٠	تاتك - روسي ماء خفيف	١٠, ٠٠٠	اوزبكستان-١ طشقند	٢- أوزبكستان (١)
الولايات المتحدة	١٩٨٦	١٣١٠ × ١,٧	١٣ ١٠ × ٥, ٦	١٩, ٧	تريجا - II مفاعل نابض	٣٠٠٠ ٨٥٢ ميجاوات عند النض	بنجلاديش -١ موسسة الطاقة الذرية	٣- بنجلاديش (١)

جدول ٣- ٢
المعاملات البنكية في الدول الإسلامية خارج منطقة الشرق الأوسط

البلد (العدد)	المفاعلات	القدرة كيلو واط	نوع المفاعل	درجة الانغناء نسبة اليورانيوم ٪ ٢٣٥-	الفيض النووي (ن/سم ^٢ /ث)		تاريخ البروجية	البلد مصدر الوقود
					حرارة	سريع		
٤- باكستان (٢)	١- باكستان معهد باكستان للعلوم النووية	٩,٠٠٠	بركة ماء خفيف	١٩,٩٩	١٢١٠ x ٩	١٤١٠ x ٢	١٩٦٥	الاتحاد: الولايات المتحدة - الصين / الصين: أمريكا - اليابان - فرنسا - الصين الاتحاد: الصين/الصين: الصين
٥- قازاخستان (٢)	١- قازاخستان معهد الطبيعة النووية الماتا ٢- لوتش ٣- كازاخستان سيا - لوتش	١٠,٠٠٠	بركة- ماء خفيف تسانك- طراز لوتش تاتك- بيريوم	٣٦	١٤١٠ x ٢	١٣١٠ x ٨	١٩٦٧	روسيا
٦- ماليزيا (١)	١- ماليزيا بوساني - معهد التكنولوجيا النووية	١٠٠٠	تريجا - II مفاعل فابن	١٩,٧٥	٢١٠ x ٢,٥	١٣١٠ x ١,٩	١٩٨٢	الولايات المتحدة
٧- ماليزيا (١)	١- ماليزيا بوساني - معهد التكنولوجيا النووية	١٠٠٠	تريجا - II مفاعل فابن	١٩,٧٥	٢١٠ x ٢,٥	١٣١٠ x ١,٩	١٩٨٢	الولايات المتحدة

جدول - ٤

مفاعلات القوى النووية الشغالة في الهند
PLANTS UNDER OPERATION

المحطة Plant	النوع Type	السعة (القدرة المركبة) Capacity	تاريخ بدء التشغيل التجاري Commercial Operation Since
TAPS-1&2 تراپور ٢،١	BWR	2 x 160 Mwe	أكتوبر ١٩٦٩
RAPS-1	PHWR	1 x 100 Mwe*	ديسمبر ١٩٧٢
RAPS-2 راجستان ٢،١	PHWR	1 x 200 Mwe	أبريل ١٩٨١
MAPS-1	PHWR	1 x 170 Mwe	يناير ١٩٨٤
MAPS-2 مدراس ٢،١	PHWR	1 x 170 Mwe	مارس ١٩٨٦
NAPS-1&2 نارودا ٢،١	PHWR	2 x 220 Mwe	يناير ويوليو ١٩٩٧
KAPS-1 & 2 كالباكام ٢،١	PHWR	2 x 220 Mwe	٢٠٠٠
KAIGA-1	PHWR	1 x 220 Mwe	مارس ٢٠٠٠
KAIGA-2 كايجا ٢،١	PHWR	1 x 220 Mwe	يونيو ٢٠٠٠
RAPS-3 راجستان ٢	PHWR	1 x 220 Mwe	
Total المجموع		2280 Mwe	

* Presently operating at 150 MWe with clearance from the regulatory authority.

BWR : Boiling water Reactor

مفاعل الماء (الخفيف) المغلى

PHWR : Pressurized Heavy water Reactor مفاعل الماء الثقيل المضغوط-احتضارا مفاعلات الماء الثقيل

جدول - ٥

ملخص برنامج محطات القوى النووية فى المند
SUMMARY OF FIRST STAGE INDIA NUCLEAR POWER
PROGR AMME

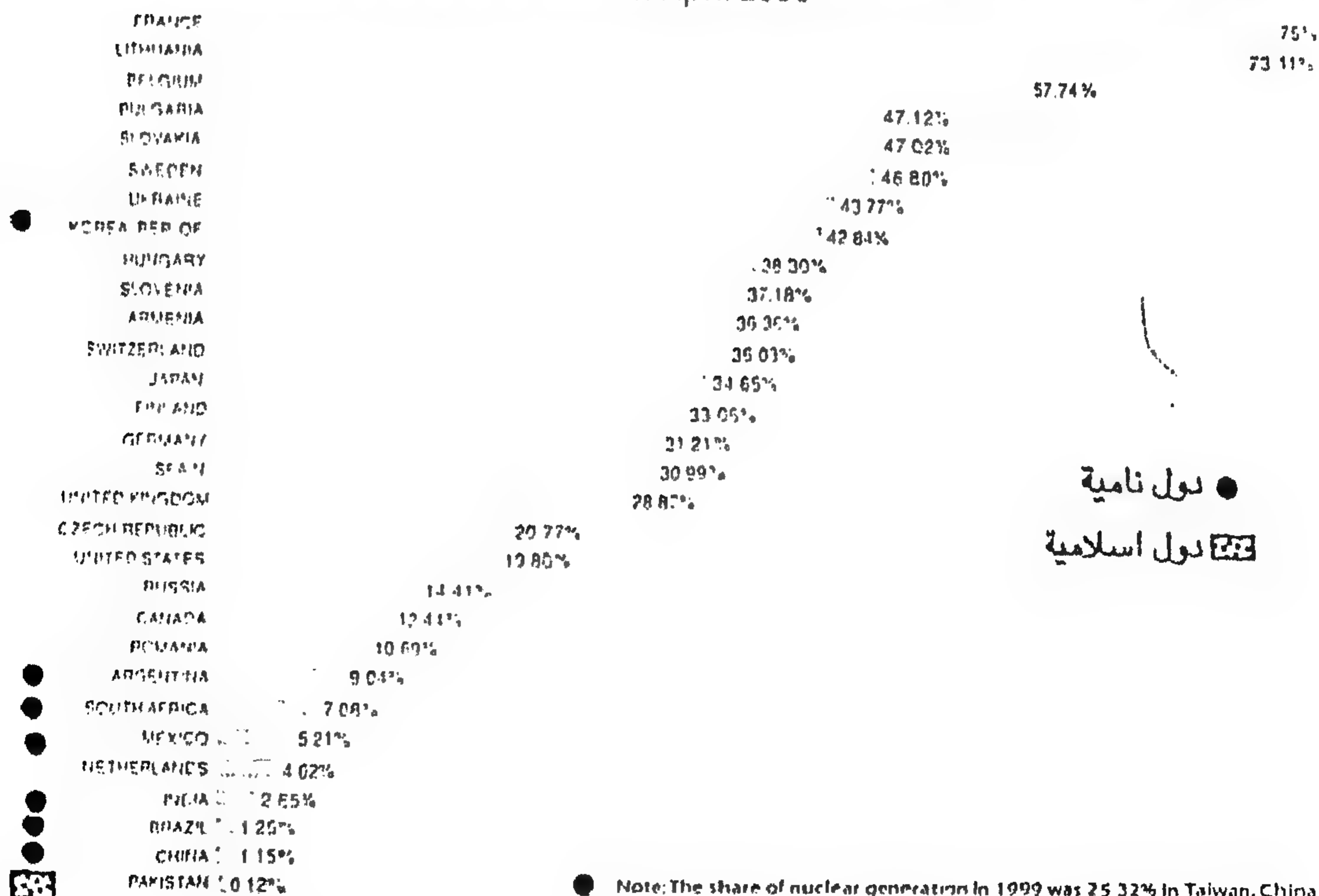
السعة (القدرة المركبة) Capacity	القدرة المركبة الكلية Total Capacity, Mwe	
Operating Reactors مفاعلات شغاله 2BWRs of 160 Mwe each, 10 PHWRS (1 x 100, 1 x 200, x 2 x 170, 6x220 Mwe)	2280	
Reactors Under Construction مفاعلات قيد التشييد (2 PHWRS of 220 MWe each and 2PHWRS of 500 MWe each) INDU type.	1440	
مفاعلات بدأ تنفيذ مشروعاتها Reactor for which project activities have started (2x220MWe, PHWR + 2x1000 MWe PWR (Russian type)	2440	
Sub total مجموع جزئى		6160
Reactors planned (2x220MWe, + 4x500 MWe), - PHWR + (INDU) مفاعلات مخططة	2440	
Reactors to be planned مفاعلات يجرى التخطيط لها (6x500 MWe) PHWR(INDU)	3000	
Subtotal مجموع جزئى .		5440
Grand Total المجموع الكلى		11600

NUCLEAR POWER STATUS AROUND THE WORLD

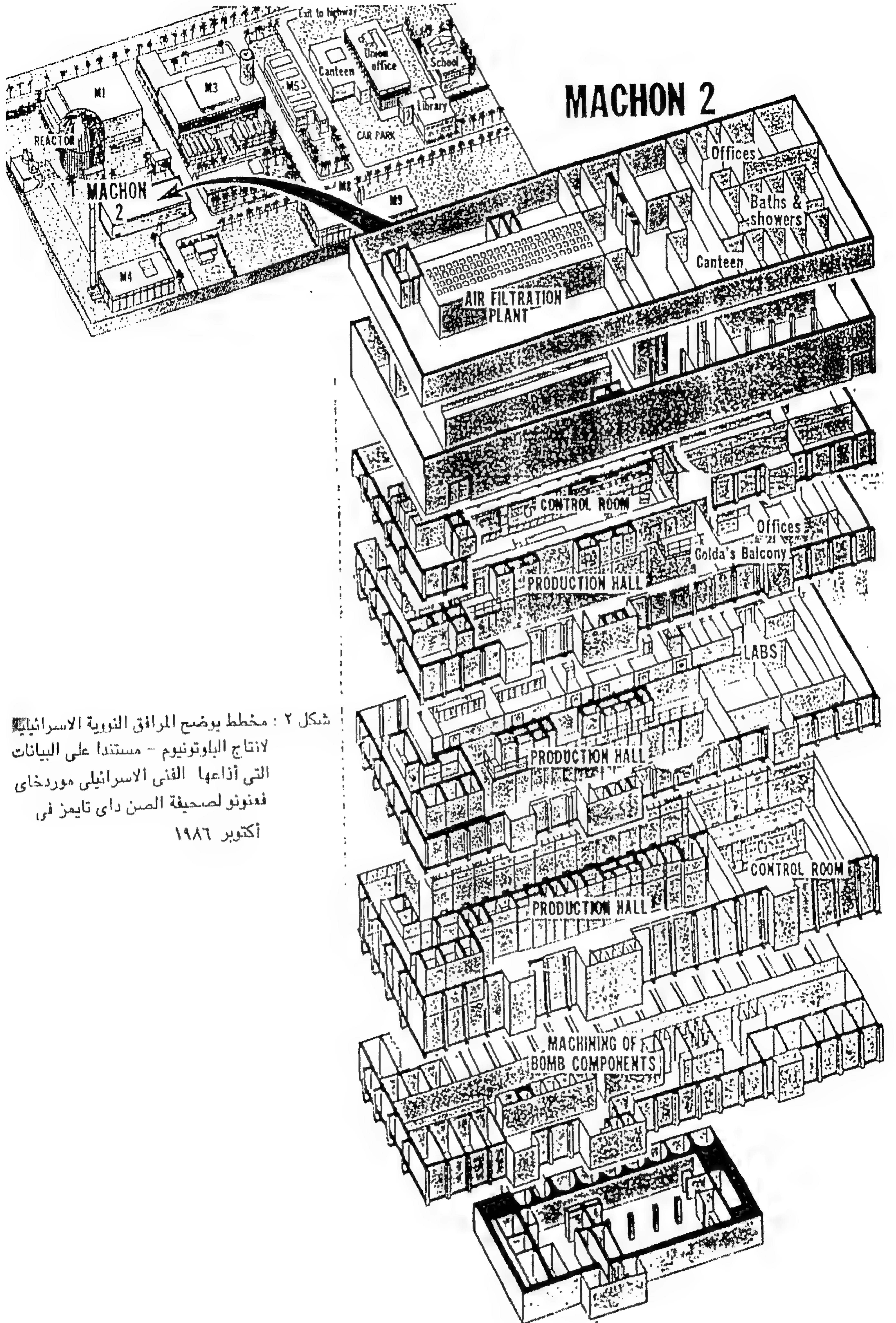
	REACTORS IN OPERATION		REACTORS UNDER CONSTRUCTION	
	NO. OF UNITS	TOTAL NET MWE	NO. OF UNITS	TOTAL NET MWE
● ARGENTINA	2	935	1	692
ARMENIA	1	376		
BELGIUM	7	5 712		
● BRAZIL	1	626	1	1 229
BULGARIA	6	3 538		
CANADA	14	9 998		
● CHINA	3	2 167	7	5 420
CZECH REPUBLIC	4	1 638	2	1 824
FINLAND	4	2 656		
FRANCE	59	63 103		
GERMANY	17	21 122		
HUNGARY	4	1 727		
● INDIA	11	1 897	3	606
IRAN			2	2 111
JAPAN	53	43 691	4	4 515
● KOREA, REP OF	16	12 990	4	3 820
LITHUANIA	2	2 370		
● MEXICO	2	1 308		
NETHERLANDS	1	419		
● PAKISTAN	1	125	1	300
ROMANIA	1	650	1	650
RUSSIAN FEDERATION	29	19 843	3	3 375
● SOUTH AFRICA	2	1 842		
SLOVAKIA	6	2 408	2	776
SLOVENIA	1	632		
SPAIN	9	7 470		
SWEDEN	11	9 432		
SWITZERLAND	5	3 079		
UNITED KINGDOM	35	12 968		
UKRAINE	14	12 115	4	3 000
UNITED STATES	104	97 145		
WORLD TOTAL*	433	349 063	37	31 128

*This total includes Taiwan, China where six reactors totaling 4884 MWe are in operation. Two units are under construction. Table reflects status as of April 2000 as reported to the IAEA.

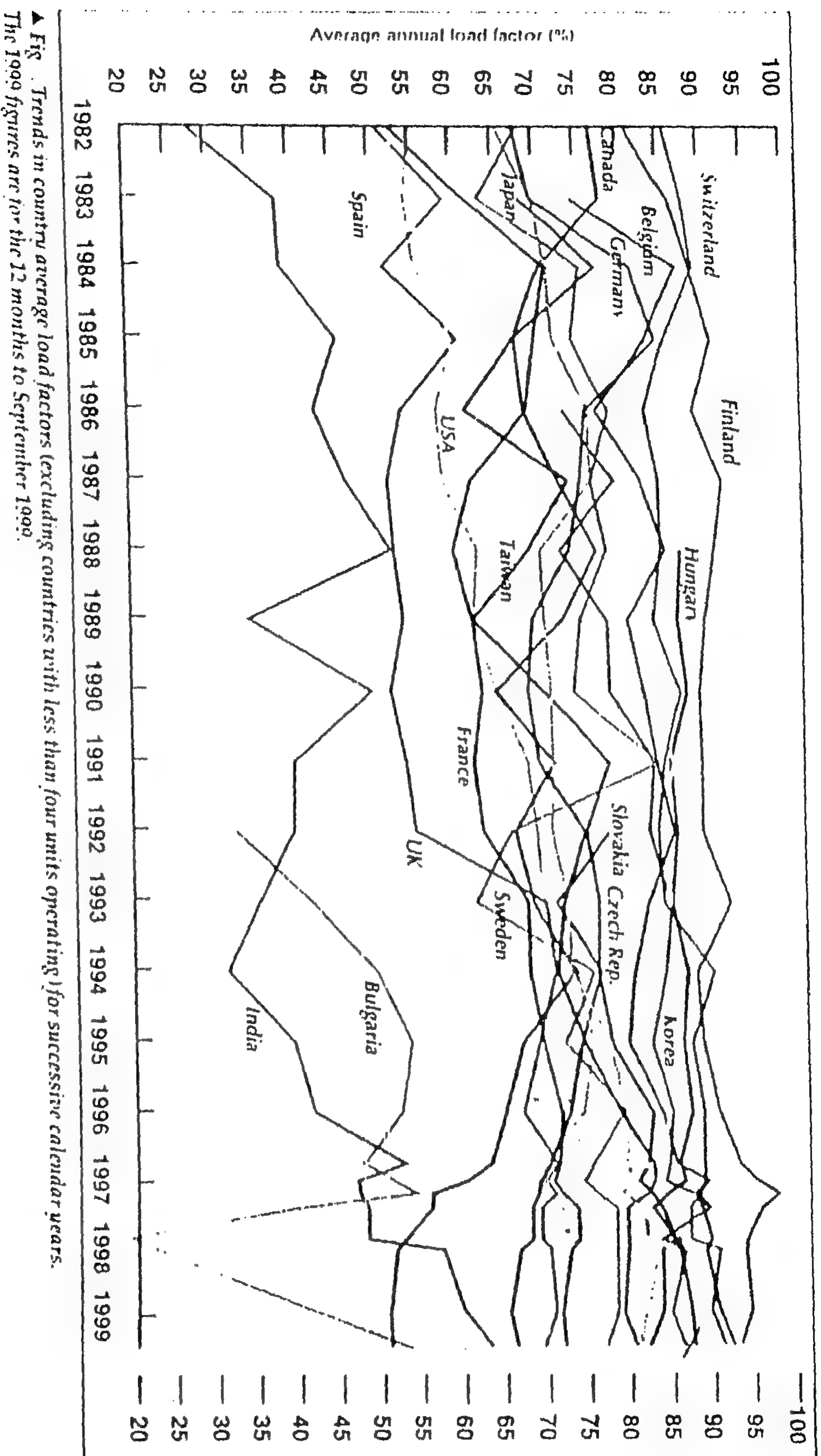
NUCLEAR SHARE OF ELECTRICITY GENERATION as of April 2000



شكل ١: الوضع النووي في العالم والاسهام النووي في توليد الكهرباء

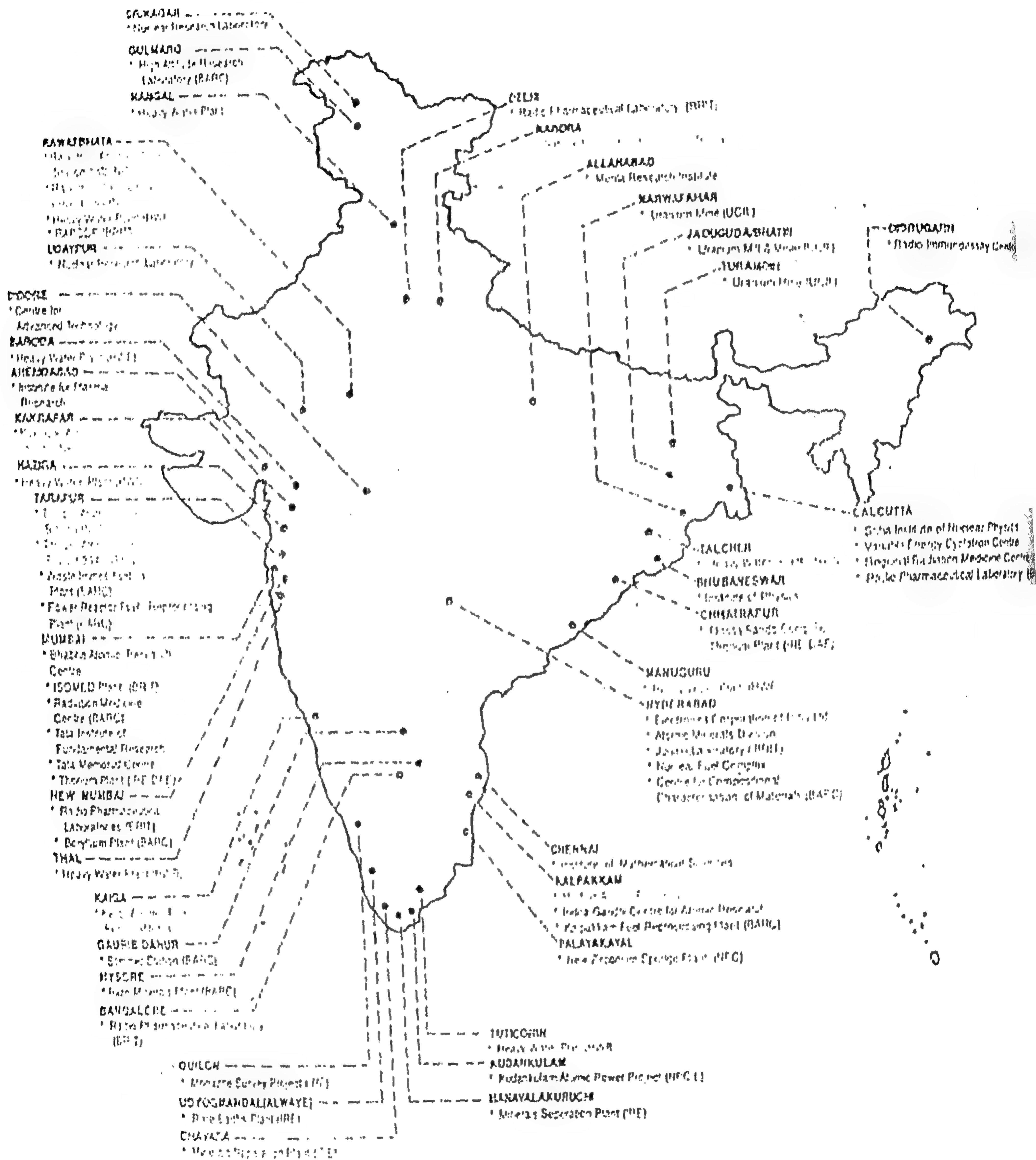


شكل ٢ : مخطط يوضح المرافق النووية الاسرائيلية
 لانتاج البلوتونيوم - مستنداً على البيانات
 التي اذاعها الفنى الاسرائيلي مورديخاي
 فغنونو لصحيفة الصن داي تايمز في
 أكتوبر ١٩٨٦

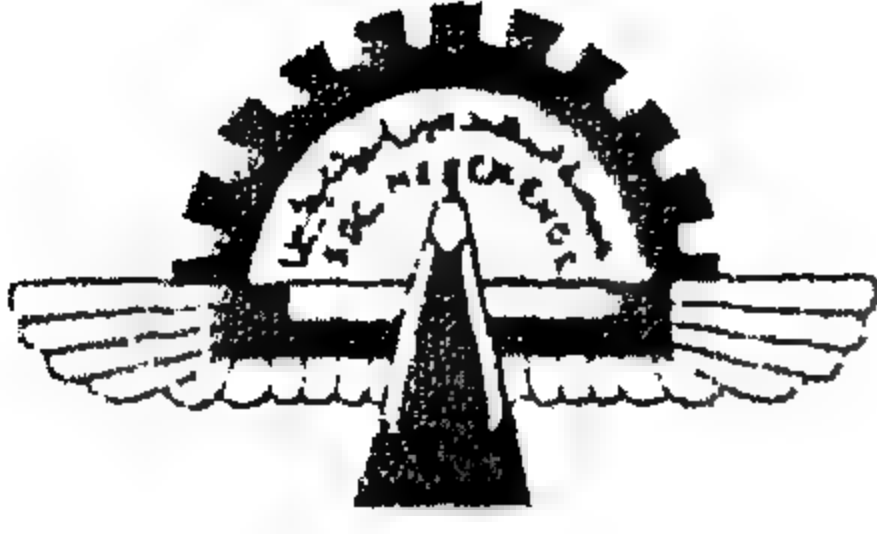


شكل ٢ : متوسط معامل الحمل (مع استبعاد البلاد التي لديها أقل من ٤ محطات توليدية)
من ١٩٨٢ - ١٩٩٠

Atomic Energy Installations in India



شكل ٤ : توزيع المرافق النووية في الهند



جمعية المهندسين المصريّة
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

2/1

مدخل الى خلايا الوقود

أستاذ دكتور / سعد عوض فرج
مهندس / ماهر عزيز بلروس

بسم الله الرحمن الرحيم

مدخل إلى خلايا الوقود

خيار تكنولوجي جديد لتوليد الكهرباء والحفاظ على البيئة

أ.د. سعد عوض فرج

أستاذ الآلات الحرارية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة

مهندس / ماهر عزيز بدروس

مدير عام الدراسات البيئية شركة كهرباء مصر

مقدمة

يقدر الخبراء أن يتزايد عدد السكان في العالم ليتجاوز عشرة بلايين نسمة مع الاقتراب من نهاية الربع الأول من القرن الواحد والعشرين ، وعلى طول مسار هذه الزيادة السكانية سيواجه العالم مشكلات لم يعهدها من قبل ، كنفاد الموارد الطبيعية وتدهور البيئة العالمية. وتحت هذه الظروف يصبح تطوير نظم جديدة للطاقة ذات كفاءة عالية وتنوع وقودى كبير ، ولاتصاحبها سوى أقل الآثار البيئية المحتملة أمراً لازماً شديداً إلحاح .

وفي مصر .. سيتمثل مأزق الطاقة المستقبلى في الموقف العالمى للطاقة مع استمرار الزيادة السكانية وندرة مصادر الوقود الأحفورى وتزايد معدلات التلوث البيئى ، مما سيجعل من الحصول على وسيلة جديدة لإنتاج الطاقة تمتاز بالإتاحة الكبيرة والكفاءة العالية والعولية القياسية وضالة التأثير البيئى أمراً مصيرياً لا مئاض منه .

* يتقدم كاتب هذا البحث بخالص الشكر والتقدير إلى معالى المهندس / مصطفى كمال صبرى وزير الكهرباء والطاقة الأسبق والأستاذ الدكتور / سعد عوض فرج أستاذ الآلات الحرارية المتفرغ بكلية الهندسة جامعة القاهرة لتفضلهما بقراءة مسودة هذا البحث وإبداء العديد من الملاحظات الحاذقة عليه ، ويذكر بالفضل المراجع والدعم العلمى القيم الذى أمله به الأستاذ الدكتور / سعد عوض فرج في موضوع خلايا الوقود .

إن أملنا أن نجد بين أيدينا مصدرا للطاقة الكهربائية يستطيع - حرفيا - أن يزيل ملايين الأطنان من الملوثات من صفحة السماء ، ويقلل بشكل جذري مخاوف المستقبل من ندرة الوقود البترولى أو نضوبه .. مصدرا هادئا لا يزعج البتة ، وآمنا لا خطورة فيه ، ويمكن وضعه فى المدن شديدة الكثافة السكانية أو فى الفناء الخلفى لمنازلنا .. آلة بدون أجزاء متحركة تستطيع أن تمد بالطاقة الكهربائية كل شئ بدءا من مرفق الكهرباء وحتى كل أشكال تحويل الطاقة .

يبد أن ذلك ليس وهما من أوهام الخيال العلمى ، ولكنه مصدر للقوى موجود الآن يسمى "خلايا الوقود" .

وحلية الوقود هى "أداة كيميائية لتوليد القوى الكهربائية" تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية للوقود مباشرة إلى طاقة كهربائية ، ولذا فهى مرشحة بقوة لمقابلة الطلب القادم المتزايد على الطاقة .

ويقدر الخبراء أن خلايا الوقود سوف تتاح لها أسواق واسعة فى المستقبل القريب ، حتى أن أحد بيوت الخبرة الاستشارية الأمريكية يقدر أن مبيعات خلايا الوقود قد تصل إلى حوالى ٣ بلايين دولار مع حلول عام ٢٠٠٢ بتسويق يقارب ١٥٠٠ إلى ٢٠٠٠ ميجاوات فى السنة .

تلك هى خلايا الوقود التى تقدم هذه الورقة مدخلا للتنبيه إلى أهميتها والتشجيع نحو تنميتها كتكنولوجيا جديدة لتحويل الطاقة ذات أبعاد بيئية واقتصادية وتنموية ، بما يمثل أملا كبيرا لمصر فى مواجهة مستقبل تكتنفه تحفظات عديدة فى الإمداد بالطاقة اللازمة للحياة بكل صورها . وفيما يلى عرض موجز للجوانب التكنولوجية والصناعية والتطبيقية والاقتصادية والبيئية والمستقبلية لخلايا الوقود يعقبه توصيات لتطوير هذه التكنولوجيا للاستخدام بمصر .

أولاً : المصدر الأصلي لخلايا الوقود :

شيدت أول خلية وقود عام ١٨٣٩ بواسطة سير / وليام جروف القاضى البريطانى والعالم، بيد أن الاهتمام الحقيقى بخلايا الوقود كمولد عملى للكهرباء لم يبدأ قبل عقد السيتينيات من القرن العشرين عندما اختار برنامج الفضاء الأمريكى خلايا الوقود كمصدر للطاقة الكهربائية بسفن الفضاء مفضلاً إياها على القدرة النووية الأكثر عرضة للمخاطر والطاقة الشمسية ذات التكلفة الأعلى . ولقد أمدت خلايا الوقود بالطاقة الكهربائية سفن الفضاء جيميني وأبوللو وغيرهما ، ولا تزال توفر كلاً من الكهرباء والماء لمركبات الفضاء .

على أنه فى خلال الثلاثين عاماً الأخيرة تقدمت بحوث وتطويرات خلايا الوقود فى دول عديدة باتساع العالم أجمع كاليابان وبلجيكا وألمانيا وكندا وإيطاليا وإنجلترا وغيرهما .. وشملت هذه البحوث والتطويرات مجالات الاستخدام المختلفة كتوليد الطاقة الكهربائية والحرارة وتسيير مركبات النقل وغيرها .

ثانياً : كيف تعمل خلية الوقود :

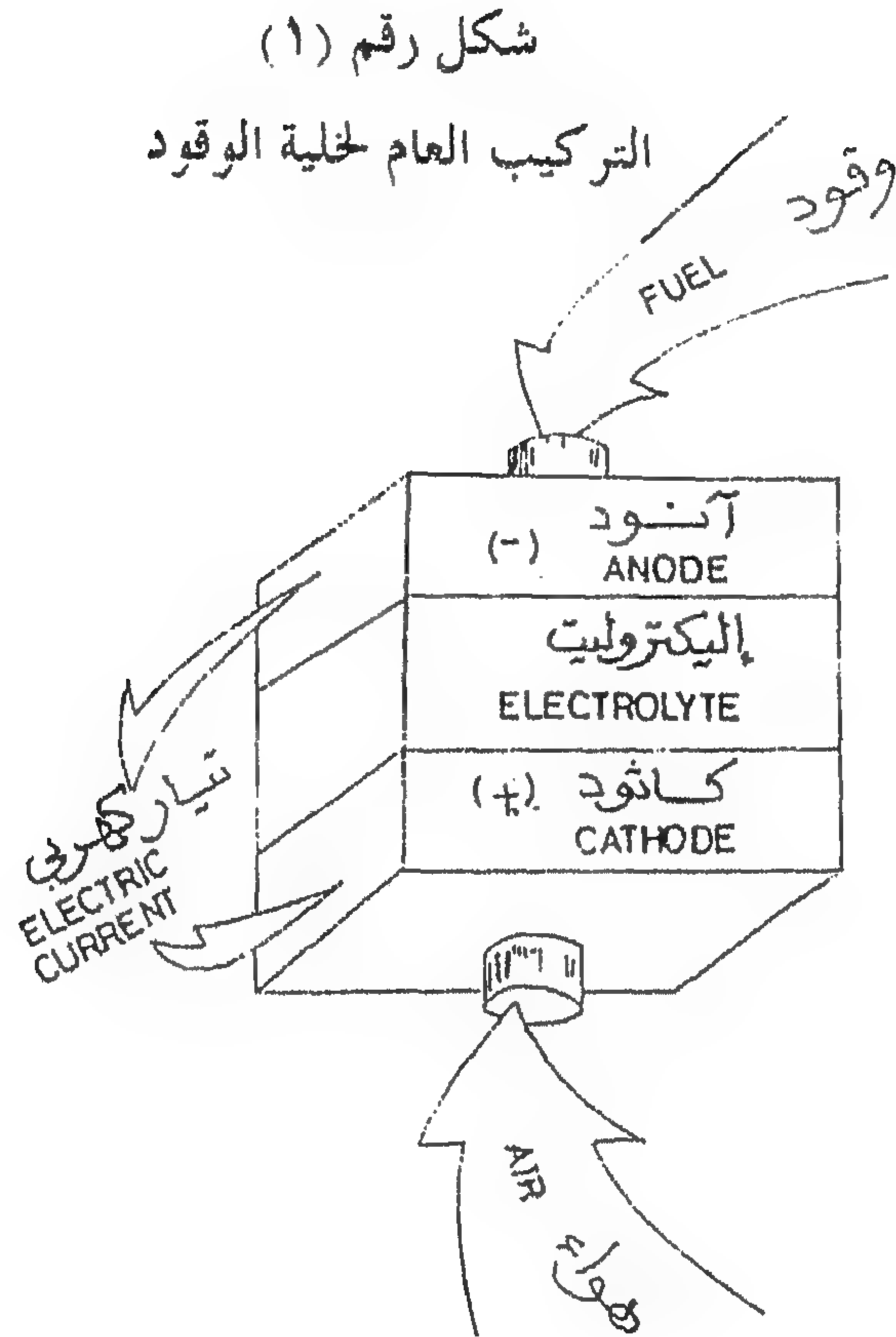
خلية الوقود هى جهاز كهروكيميائى (كيميائى - كهربى) يحول طاقة الوقود الكيميائية إلى طاقة كهربية مباشرة ، وإذا كانت آلة الاحتراق النمطية تحرق وقوداً ، كالغاز الطبيعى، فتعطينا حركة دوارية لتدير مولد الكهرباء ، فخلية الوقود تدمج كهروكيميائياً الوقود والهواء لتوليد الكهرباء بدون أجزاء متحركة ، والتفاعل فى صورته البسيطة يمكن التعبير عنه كما يلى :

غاز طبيعى (غالباً الميثان CH_4) + هواء (أكسجين) =

كهرباء + حرارة + ثانى أكسيد كربون (CO_2) + ماء

وتتطلب معظم خلايا الوقود استخلاص الهيدروجين من الميثان (CH_4) فى عملية مستقلة ، وتشتمل خلية الوقود على قطبين (إلكترودين) مساميين يحتويان بينهما - كشطرى الساندويتش - إلكتروليت ، فيجتاز الأكسجين أحد القطبين ويجتاز الهيدروجين القطب الآخر تحت ضغط مناسب

مولداً كهرباء وماء وحرارة وثاني أكسيد كربون . ويبين الشكل رقم (١) التركيب العام لخلية الوقود .



ثالثاً : النظم المختلفة لخلايا الوقود :

تعتبر خلايا الوقود عائلة من التكنولوجيات التي تستخدم مواداً إليكتروليتيّة متنوعة ويختلف نوع عن آخر باختلاف الإلكتروليت ، وتعمل في درجات حرارة مختلفة ، ولكل طراز منها نطاق مختلف من التطبيقات العملية .

وتشتمل الطرز الرئيسية لخلايا الوقود على خمسة أنواع تم تطويرها للتطبيقات المختلفة ، وذلك على النحو التالي :

١ - خلايا الوقود ذات نظام حامض الفوسفوريك المركز

- ٢- خلايا الوقود ذات نظام البوليمرات الصلبة أو غشاء التبادل البروتوني .
- ٣- خلايا الوقود ذات نظام الكربونات القلوية المنصهرة .
- ٤- خلايا الوقود ذات نظام الزوركونيوم المستقر الصلب (الأكاسيد الصلبة) .
- ٥- محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المائي المركز (المواد القلوية) .

ويوضح الجدول رقم (١) مجموعات الدول التي قطعت شوطاً كبيراً في تطوير كل نوع من الأنواع المذكورة من خلايا الوقود .

رابعاً : أنواع الوقود المستخدم لخلايا الوقود :

يمكن لخلايا الوقود أن تعزز التنوع في مصادر الطاقة ، وتدعم كذلك التحول إلى المصادر المتجددة للطاقة . فعدد من أنواع الوقود كالهيدروجين - والميثانول (الكحول الميثيلي) - والإيثانول - والغاز الطبيعي - والغاز البترولي المسيل (البوتاجاز) - والأمونيا المائية (النوشادر) - والنافثا - والكيروسين - ووقود المحركات النفاثة - والديزل - والبنزين - والفحم المغيز يمكن استخدامها كوقود لخلايا الوقود . كذلك فالوقود اللازم لتوليد الطاقة الكهربائية المولدة بخلايا الوقود يمكن أيضاً توفيره من مصادر طاقة الكتلة الحيوية كغاز تخمير النفايات العضوية ، وأيضاً بمصادر الطاقة المتجددة الأخرى كطاقة الرياح والطاقة الشمسية (لإنتاج الهيدروجين) .

جدول رقم (٩)
مجموعات الدول التي قطعت شوطاً كبيراً في تطوير
الطرز المختلف لخلايا الوقود

البلاد التي تطور خلايا الوقود	طراز خلية الوقود
البرازيل ، مفوضية الاتحاد الأوروبي ، فرنسا ، ألمانيا ، الهند ، إيطاليا ، اليابان ، كوريا ، هولندا ، السويد ، تايوان ، إنجلترا ، الولايات المتحدة الأمريكية .	خلايا وقود حامض الفوسفوريك المركز
البرازيل ، كندا ، فرنسا ، ألمانيا ، إيطاليا ، روسيا ، إنجلترا ، الولايات المتحدة .	خلايا الوقود ذات غشاء التبادل البروتوني
مفوضية الاتحاد الأوروبي ، فرنسا ، ألمانيا ، إيطاليا ، اليابان ، هولندا ، أسبانيا ، السويد ، تايوان ، إنجلترا ، الولايات المتحدة الأمريكية .	خلايا وقود الكربونات القلوية المنصهرة
مفوضية الاتحاد الأوروبي ، الدانمرك ، إيطاليا ، اليابان ، هولندا ، سويسرا ، تايوان ، الولايات المتحدة الأمريكية .	خلايا وقود الأكاسيد الصلبة
بلجيكا ، الصين ، فنلندا ، فرنسا ، ألمانيا ، السويد ، إنجلترا ، الولايات المتحدة الأمريكية .	خلايا الوقود ذات المواد القلوية

خامساً : المزايا البيئية ومزايا الطاقة والمزايا الاقتصادية لخلايا الوقود :

خلايا الوقود يمكنها أن تقلل بشكل جذري تلوث الهواء بالمناطق الحضرية ، وتقلل استخدامات البترول ، وتنتج الكثير من فرص العمل . كذلك تختلف خلايا الوقود عن آلات الاحتراق الداخلي والتربينات والآلات الحرارية الأخرى في ثلاثة اعتبارات رئيسية هي :

١- تنتج خلايا الوقود الطاقة الكهربائية دون احتراق كيميائي ، وهي لذلك أنظف جدا عما يمكن .
أن تكون عليه الآلات الحرارية على الإطلاق .

٢- لا تخضع خلايا الوقود للقوانين الأساسية للديناميكا الحرارية ، التي تحد من الكفاءة القصوى للتربينات وآلات الاحتراق الداخلي .. فكفاءة خلايا الوقود تبلغ ضعف الكفاءة الحالية للآلات الحرارية في كثير من الأحوال .

٣- لا تشمل خلايا الوقود على أجزاء متحركة ، وهي لذلك أكثر هدوءا ، وتتمتع بعولية أكبر (أى يمكن الاعتماد عليها بشكل أفضل) ، كما لا تحتاج سوى إلى أقل القليل من أعمال الصيانة التي تحتاجها عادة الأجزاء الدوارة أو الأجزاء الترددية ، ذات السرعات العالية في التربينات وآلات الاحتراق الداخلي .

وفيما يلي تفصيل لبعض المزايا التي تمتاز بها خلايا الوقود بيئيا وطاقيًا واقتصاديًا .

١. المزايا البيئية :

إذا ما استخدم الهيدروجين كوقود فإن الانبعاثات الصادرة عن خلايا الوقود تزول تماما ، وهي الحالة المسماة "الانبعاث - صفر" Zero Emission ، أما إذا ما استخدم الميثانول أو أى وقود بديل في التشغيل فإن خلايا الوقود يمكنها إحراز مستويات من الانبعاثات لكل من ثانى أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والغازات العضوية غير الميثانية أقل بكثير مما تحدد بواسطة أكثر المعايير البيئية تشددا في العالم .

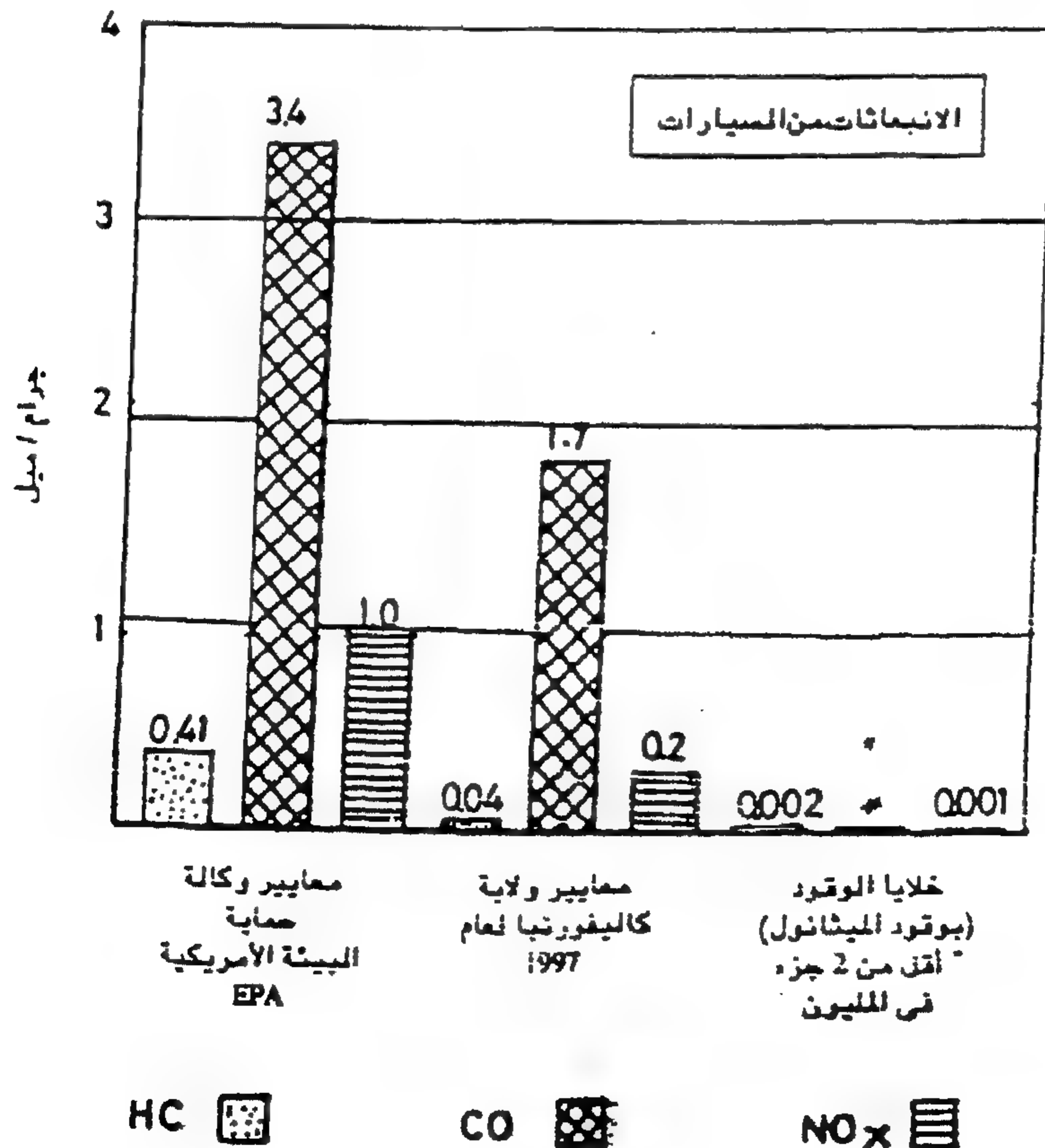
ويكفى للتدليل على ذلك أن نذكر أن إحلال ١٠% فقط من المركبات الخفيفة لتعمل بخلايا الوقود في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها يؤدي إلى تجنب ما يزيد على مليون طن سنويا من الانبعاثات الملوثة للهواء ويخفض انبعاثات ثانى أكسيد الكربون المسبب لظاهرة الاحتباس الحرارى الجوى (المسمى بظاهرة الصوب الزجاجية) بمقدار ٦٠ مليون طن سنويا ، أى بقيمة تساوى ٥% من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون المقدرة بالولايات المتحدة الأمريكية لعام

٢٠٠٧ ، فضلاً عن توفيره حوالي ٨٠٠ ألف برميل بترول مستورد يومياً بما يعادل حراري ١٣% من الاستيراد الكلي من البترول للولايات المتحدة الأمريكية ، ويوضح الشكل رقم (٢) الامتياز البيئي لخلايا الوقود بالنسبة لبعض ملوثات الهواء .

كذلك ينبعث عن مقالب القمامة مركبات نكريت ومركبات الكلورين وعشرات من المركبات العضوية ، والمدخل التقليدي للتحكم فيها هو تجميع هذه الانبعاثات وإشعاعها ، غير أن خلايا الوقود تقدم بديلاً أنظف كثيراً وأعلى كفاءة ، ففي المناطق التي يمكن أن تستغل فيها الحرارة الناتجة من خلايا الوقود لصالح وحدات منشأة بالقرب من مقالب القمامة ، يمكن لخلايا الوقود أن تستخدم أكثر من ٨٠% من الطاقة الكامنة في الغازات المنبعثة . والنتيجة هي نظام يقلل بشكل جذري جميع الانبعاثات الملوثة ، وينتج قوى كهربائية وحرارة يستفاد بهما بأقل نسبة انبعاثات ممكنة .

شكل رقم (٢)

تمتاز خلايا الوقود بيئياً بالقياس إلى معايير حماية البيئة من تلوث الهواء



٢. مزايا محطات القوى الكهربائية بخلايا الوقود المباشرة

تقدم خلايا الوقود في مضممار محطات توليد القوى الكهربائية مزايا غير مسبقة من حيث النظافة البيئية ، والجوانب الفنية للطاقة ، والاقتصاد . وفيما يلي أهم هذه المميزات :

* الكفاءة العالية

يمكن لخلايا الوقود توليد الكهرباء بكفاءة عالية جداً من أحجام صغيرة نسبياً ، وعلى سبيل المثال تبلغ كفاءة وحدة ذات قدرة ٢ ميغاوات حوالى ٧٠% - ٨٠% ، في حين تبلغ متوسط الكفاءة لوحدات توليد الكهرباء التي تحرق الوقود الأحفوري حوالى ٣٥% .

* مرونة استخدام الوقود

يمكن لخلايا الوقود أن تستخدم أنواعاً متعددة من الوقود كالفاز الطبيعي ، والفاز المستخرج من الفحم ، والإيثانول والميثانول ، وغاز المخمرات العضوية أو مقالب القمامة ، ووقود الديزل ... إلخ .

* انخفاض الانبعاثات الضارة من محطات القوى

لا تحمل خلايا الوقود معها - كما ذكرنا - احتمالات التلوث الضارة أو الضوضاء ، كذلك تنخفض بشكل جذري انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ، كما أن الخطوط الأصغر لنقل القوى الكهربائية المستخدمة معها ستقلل من مخاطر إشعاعات المجالات الكهرومغناطيسية .

* التقليل من القدرة غير الفعالة

يمكن لمحطة التوليد الكهربائية بخلايا الوقود أن تغذى الشبكة الكهربائية بقدرة كهربائية فعالة غير مصحوبة سوى بأقل نسبة ممكنة من القدرة غير الفعالة وذلك سواء كانت سابقة أو متأخرة Leading or Lagging VARs .

* المقياسية (النمطية أو الموديولية) Modularity

نظراً للقابلية التكرارية على مثال النموذج الأصلي (وهي ما يسمى بالنمطية أو الموديولية) التي تتميز بها خلايا الوقود فإن الآماد الزمنية الطويلة قبل الإنشاء ليست مطلوبة في

عملية التخطيط المستقبلي للقدرات الكهربائية المضافة ، بل يسمح ذلك بأفاق تخطيطية أقصر .

* القوى الكهربائية الموزعة Distributed Power

تؤدي القوى الكهربائية المنقولة من مراكز توليد متفرقة أو موزعة جغرافيا إلى استخدام مقننات أصغر من القدرات الكهربائية المولدة عند مراكز الأحمال أو بالقرب منها ، وبالتالي إلى تقليص الحاجة إلى توسيع سعات النقل والتوزيع الكهربى .
وتعتبر خلايا الوقود فريدة في ضم مزايا الأداء والمزايا البيئية معا في تطبيقات التوليد الكهربى الموزع ، وهى قد تصبح عاملا حاسما في تمكين مرافق الكهرباء من تنفيذ استراتيجية الإمداد بالكهرباء عن طريق القوى الكهربائية الموزعة Distributed Power Strategy مما يوفر الوقت والمال في عملية الحصول على الترخيصات اللازمة لتشييد مرافق النقل الكهربى ، ويقلل من فواقد النقل والتوزيع .

* التخطيط التكاملى للموارد Integrated Resource Planning

يؤثر التخطيط التكاملى للموارد في إضافة زيادات صغيرة من التكنولوجيات المستخدمة للقوى الكهربائية مع تأثيرات بيئية منخفضة أو يمكن إهمالها . ويتزايد إدراك خلايا الوقود باعتبارها ذات ملاءمة مثالية لمقابلة هذه الاحتياجات .

* إعادة تجديد القدرة الكهربائية Repowering

تتضمن إعادة تجديد القدرة الكهربائية تكهين وحدات توليد القوى الكهربائية المتقدمة، وإعادة استخدام الموقع وإحلال وتجديد بعض المكونات (على سبيل المثال : المولسد أو التربينه البخارية) وإضافة مكونات جديدة . وتعتبر الخصائص البيئية الحميدة لخلايا الوقود والاحتياجات الفراغية الصغيرة المطلوبة لتشييدها شديدة الجاذبية في حالة إعادة تجديد القدرة الكهربائية ، على الأخص بالنسبة لمحطات القوى الواقعة في المناطق الحضرية .

٣. المزايا الاقتصادية

أظهرت الدراسات أن كل ١٠٠٠ ميغاوات من قدرات خلايا الوقود يمكن أن تترجم إلى ما يربو على ٥٠٠٠ فرصة عمالة ماهرة بمراحل التصنيع حتى التشغيل النهائي ، وتشكل صادرات البترول في حالات كثيرة مصدرا أساسيا من مصادر الدخل القومي ، ولذا فأي تقليص للاستخدام المحلي للبترول في الدول المنتجة له يعنى إتاحة كميات أكبر للتصدير وزيادة في الدخل القومي من النقد الأجنبي .

وتركيب محطة خلايا الوقود سوف يوقع مخاطر أقل لرأس المال عما يوقعه تركيب محطة أكبر تستخدم الفحم كوقود أو تشتغل بالقدرة النووية ، والموديرولات يمكن أن تضاف عندما يتزايد الطلب على الطاقة ؛ كذلك فالحجم الفيزيقي لخلايا الوقود يجعل من اختيار مواقعها أمرا أيسر بكثير .

سادسا : استخدام خلايا الوقود في التوليد الكهربى والحرارى والنقل :

١. التجربة الأمريكية

(أ) التوليد الكهربى والحرارى

تم في أوائل الثمانينيات تركيب وحدة تجريبية سعة واحد ميغاوات في ولاية كونكتيكتات وأخرى سعتها ٤,٨ ميغاوات (كهربى) في ولاية نيويورك بالتعاون المشترك بين إدارة الطاقة الأمريكية (وزارة الطاقة) (DOE) ومعها، أبحاث، الكهرباء الأمريكى (EPRI) وشركة يونيتيد تكنولوجى (UTC) .

وقد قامت شركة وستينجهاوس بتنفيذ وحدة تجارية تعمل وفقا لنظام تبريد الغاز لخلايا الوقود ذات حامض الفوسفوريك بقدرة ٧,٥ ميغاوات (تيار كهربى مباشر DC) ، تستخدم وقود الميثانول لتصنيع الهيدروجين اللازم لتشغيل الخلايا .

وقد بينت كثير من المشروعات التجريبية مزايا استخدام خلايا حامض الفوسفوريك فى نظام التوليد المشترك أيضا ، حيث تمت الاستفادة بالحرارة الناتجة فى أغراض التسخين المختلفة فى المنشآت التجارية أو الصناعية بحيث أمكن أن ترتفع كفاءة الاستخدام إلى نحو ٩٠% . وبسبب أن خلايا الوقود خالية تماما من احتمالات تلوث الجو ولا تحدث أى ضوضاء فيمكن وضعها فى مناطق الإسكان الكثيفة بدون أية مشكلات .

كذلك بينت تطبيقات عديدة أن استخدام خلايا الكربونات المنصهرة فى نظم التوليد المشترك فى بعض الوحدات الصناعية يحقق وفرا صافيا فى الطاقة يتراوح بين ٣٥% و ٥٠%.

ولقد جددت وزارة الدفاع تعاقداتها لشراء وحدات توليد مشترك ذات قدرات تبلغ ٢٠٠ كيلووات للوحدة ، كما أتاح الكونجرس التمويل اللازم لبرنامج "خفض السعر الحالى لخلايا الوقود" ، والذي بدأ تطبيقه مع نهاية عام ١٩٩٦ .

وحيث تعتبر خلايا الوقود تكنولوجيا واعدة للتوليد الكهربى الموزع ، المودىولى ، الكفء ، الخالى من الضوضاء .. فقد أمكن تشغيل وحدة خلايا وقود الكربونات المباشرة Direct Carbonate Fuel Cell (DCF) من إبداع شركة بحوث الطاقة Energy Research Corporation (ERC) ذات قدرة ٢ ميغاوات فى سانتا كلارا بولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٦ ، وهى تطبيق متقدم على خلايا الوقود ذات حامض الفوسفوريك ، ولها خصائص تجعلها واعدة للغاية فى الانخفاض بتكلفة إنتاج خلايا الوقود فى المستقبل القريب جدا ، كما أنها تطوير لخلايا الوقود ذات الكربونات المنصهرة ، حيث أنها تمتاز بأن مرحلة تجهيز الوقود متكاملة مع الخلية بدلا من كونها عملية منفصلة ، مما يلغى مرحلة زائدة مكلفة لتفاعل التوليد الكهربى ، كما يزيد الكفاءة الكلية ، وذلك فضلا عن أن تبسيط تشغيل المنظومة يزيد من عوليتها بالمقارنة بالأنواع الأخرى من خلايا الوقود .

وجدير بالذكر أن هذا المشروع قد تم بالتعاون بين القطاعين العام والخاص الأمريكيين باستثمارات بلغت ٢٨ مليون دولار في المشروع .

وتعتبر محطة خلايا وقود سانتا كلارا أساساً لتوسع تجارى كبير مستقبلي لخلايا الوقود ، والخطوة التالية هي الإمداد بواحدات قدرة ٣ ميغاوات (تيار مستمر) ، لمرحلة ما قبل الانتشار التجارى عام ١٩٩٩ ، لتوليد ٢,٨٥ ميغاوات (تيار متردد) حيث من المتوقع أن يبلغ المعدل الحرارى Heat Rate لهذه الوحدات ٦٧٠٠ كيلو جول / كيلوات ساعة عند تشغيلها بالغاز الطبيعى كوقود ، والتي لن تكون مقيدة بالتشغيل بالغاز الطبيعى فقط بل سيكون بإمكانها استخدام أنواع الوقود الأخرى كالميثانول والإيثانول والبيوغاز أو البروبان . وتوجد مؤشرات على أنه في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ، فإن الاحتمالات المبكرة لسوق خلايا الوقود تصل إلى حوالى قدرة ١٠٠٠٠ ميغاوات في العام . ويعطى الجدول رقم (٢) خصائص الدخول للسوق لخلايا الوقود ذات الكربونات المباشرة .

(ب) النقل :

يعتبر أول إضمار تجريبى حقيقى مركبة تستخدم خلايا الوقود الأوتوبيس الذى قدمته الشركة الكندية "بالارد لنظم القوى" عام ١٩٩٣ ، وكان يدار بواسطة مصفوفات من خلايا الوقود يبلغ مقدار الوحدة منها ٢٠ خلية وقود . ويجرى على الطرق حالياً الاختبار التطبيقى لتجديد الثاقى من "توبيس" بالارد" . كذلك قامت إدارة الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية ببناء ثلاثة أوتوبيسات تستخدم تكنولوجيا مختلفة لخلايا الوقود عما تستخدمه شركة "بالارد" .

جدول رقم (٢)
خصائص الدخول للسوق لخلايا الوقود
ذات الكربونات المباشرة

طراز الخدمة	حمل أساس وتوليد مشترك
مدى معدل القدرة	٢٨٥٠ كينوات
أقل حمل	٤,٨ كيلوفولت إلى ١٢ كيلوفولت
الأبعاد / Footprint	٥٠٪
خيارات الوقود	٤٠٠ متر مربع
ضغط دخول الوقود	الغاز الطبيعي ، الوقود السائل
الصوت (الضوضاء)	١,٠٣ ضغط جو
الانبعاثات (بدون تحكم فيها)	٦٠ ديسيبل (A) على بعد ٩ أمتار
* أكاسيد النيتروجين (NOx)	٠,٠٠٠٢ كجم / ميغاوات ساعة
* أول أكسيد الكربون (CO)	صفر كجم / ميغاوات ساعة
* أكاسيد الكبريت (SOx)	٠,٠٠١ كجم / ميغاوات ساعة
* ثاني أكسيد الكربون (CO2)	٤٠٥ كجم / ميغاوات ساعة
الماء المساعد	١١٣٥ لتر / ساعة
حرارة العادم	٣٧٠ درجة مئوية
الخرج الحراري للمنظومة	١٢٩٠ كيلوجول / كيلوات ساعة
معدل استهلاك الوقود لتوليد الكهرباء	٦٧٠٠ كيلو جول / كيلوات ساعة (LHV)
كفاءة التوليد الكهربائي	عند بدء التشغيل
إتاحة الخطة	٧٣٨٥ كيلو جول / كيلوات ساعة (LHV)
التكلفة الاستثمارية الكلية للمحطة	عند ٤٠٠٠٠ ساعة تشغيل
	٥٣,٧٪ (LHV) عند بدء التشغيل
	٦٥ - ٩٠٪
	١٧٠٠ دولار / كيلوات (تكلفة الوحدة المستهدفة لدخول السوق)
	١٢٠٠ دولار / كيلوات (تكلفة الوحدة المستهدفة للتسويق التجاري)
التكلفة الجارية والصيانة	١,٩ - ٣,٥ دولار / ميغاوات ساعة (لا تشمل على إحلال مصفوفة خلايا الوقود)
الوقت اللازم للتصميم والترخيص	٢ سنة
التاريخ المقرر لإتاحة التكنولوجيا للتسويق التجاري	عام ٢٠٠٣ للتسويق التجاري

وفي مايو عام ١٩٩٦ أمكن لشركة "دايملر-بتر" الألمانية أن تُميط اللثام عن الجيل الثاني من مركبتها المدارة بخلايا الوقود ، وهي الميكروباص المسمى "نيكار (٢)" ENCAR II ، ولقد انتهت الشركة إلى نتيجة مؤداها أن المشكلات الفنية المبدئية لاستخدامات خلايا الوقود في السيارات يمكن حلها جميعاً ، كما أكدت دراسة حديثة لشركة جنرال موتورز أن آلات سيارات خلايا الوقود يمكن إنتاجها بنفس الأسعار التي تنتج بها آلات الاحتراق الداخلي .

وتعتبر خلايا وقود غشاء تبادل البروتونات هي الأرجح استخداماً في المركبات الخفيفة كالسيارات والميكروباصات ، وهي تتميز بعمر تشغيلي يقدر على الأقل بحوالى ٥٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ ساعة ، والتي تعادل بحوالى ١٠٠٠٠٠ إلى ٢٠٠٠٠٠ ميل .

مستقبل خلايا الوقود بالولايات المتحدة الأمريكية :

توحيد حالياً برامج عديدة للتطوير المستقل لخلايا الوقود يقوم بها "معهد التكنولوجيات الواعدة" ، وهي تهدف في جملتها إلى :

- تقوية تفهم العامة وصناع السياسات وتقبليهم لخلايا الوقود وتكنولوجيا الطاقة الأخرى ذات " الانبعاث - صفر " أو القريبة من " الانبعاث - صفر " .
- دعم الاستخدام المكثف لتكنولوجيا الطاقة المتقدمة من خلال مشتروات الإظهار التجريبي والشويج التجاري المكثف بواسطة الوكالات والهيئات الحكومية وعن طريق أية وسائل أخرى ممكنة .

- تعزيز نقل مشغلي التكنولوجيا ، والعامة من خلال التعليم والتدريب والخبرة .

- تعزيز البيئة القانونية والتنظيمية الملائمة لخلايا الوقود ونظم الطاقة المتقدمة .

٢. التجربة اليابانية

(أ) التوليد الكهربى والحرارى

بدأ تطوير خلايا الوقود ذات الكربونات المنصهرة فى اليابان من مرحلة الدراسات الأساسية علم ١٩٨١ كجزء من " برنامج ضياء القمر " (برنامج "أشعة الشمس الجديدة" حالياً) ثم مالبت أن تقدمت بشكل لافت للنظر ، ولقد بدأت مرحلة جديدة للتطوير ، يتم فيها خلال عام ١٩٩٧ التحقق من المنظومة الرئيسية من خلال عملية اختبار محطة قوى ريادية من مصفوفات خلايا الوقود ذات مرتبة ١٠٠٠ كيلوات ، كذلك فلقد نجحت الشركات اليابانية فى تصنيع مصفوفة خلايا وقود تعطى خرجاً أقصى مقداره ١٢٩ كيلوات لأول مرة فى العالم من النوع ذى الكربونات المنصهرة ، وهى تشارك حالياً فى برنامج لتطوير مصفوفة خلايا وقود من مرتبة ١٠٠٠ كيلوات من النوع ذى الكربونات المنصهرة كذلك ، وتمتاز هذه الخلايا بالميزات الثلاث الجوهرية لخلايا الوقود ؛ ألا وهى الكفاءة العالية ، والتنوع فى استخدام الوقود ، والانبعاثات المنخفضة ، فضلاً عن ميزة المرونة الكاملة فى اختيار مواقع محطاتها .

وتقوم " منظمة تنمية الطاقة الجديدة والتكنولوجيا الصناعية " (NEDO) اليابانية بجهود متواصلة لتطوير خلايا الوقود ، ويشتمل برنامج التطوير الحالى على إنتاج محطة ريادية قدرة واحد ميجاوات من مصفوفة خلايا وقود من النوع ذى الكربونات المنصهرة مع نهاية عام ١٩٩٧ ، وقد مرت برامج التطوير التى تدفعها هذه المنظمة فى عدة مراحل منذ عام ١٩٨١ كما يتضح بالجدول رقم (٣) .

(ب) النقل :

فى مجال استخدام خلايا الوقود فى النقل رصدت الحكومة اليابانية مبلغ مليارى دولار لمشروع " الشبكة النظيفة للطاقة المستخدمة للتحويل الهيدروجينى " ، والذى تمثل خلايا الوقود فيه جزءاً رئيسياً شديداً الأهمية .

كذلك فلقد دعمت الحكومة اليابانية عام ١٩٩٢ برنامجاً قومياً لتطوير خلايا الوقود ذات غشاء التبادل البروتوني للتطبيق في مجال النقل ، كما أبرمت عام ١٩٩٣ عقوداً كبيرة لتطوير خلايا الوقود على مدى سنوات عديدة ، وذلك فضلاً عن أن معظم شركات السيارات اليابانية تدير حالياً برامج شديدة الفعالية لبحوث وتطوير خلايا الوقود ذات غشاء التبادل البروتوني .

مستقبل خلايا الوقود في اليابان :

تسعى " منظمة تنمية الطاقة الجديدة والتكنولوجيا الصناعية " اليابانية حالياً في مجال خلايا الوقود إلى تحقيق ما يلي :

- مواصلة البحوث الأساسية وتركيز الخبرة التشغيلية لأجل تطوير تكنولوجيا خلايا الوقود.
 - تأسيس عولية نظم خلايا الوقود وتعظيم قدرتها على التحمل .
 - تكثيف التعاون الدولي في مجال خلايا الوقود للتعجيل بإحراز تقدم أكبر في هذا المجال .
- ويعطى الجدول رقم (٤) تخطيطاً مستقبلياً لتطور خلايا الوقود في اليابان حتى عام ٢٠١٠ ، حيث يتضح منه أن الانتشار التجاري الكامل لمحطات القوى الكهربائية ذات القدرات الكبيرة من المخطط أن يتم في خلال حوالي عقد واحد من الزمان ، مما سيؤدي إلى ثورة حقيقية في عالم محطات القوى الكهربائية ذات الوقود الأحفوري السائدة حالياً .

جدول رقم (٤)
مستقبل خلايا الوقود في التجربة اليابانية

١٩٩٣	١٩٩٥	٢٠٠٠	٢٠٠٥	٢٠١٠
محطة رياضية من مرتبة ١٠٠٠ كيلوات				
تطوير مصفوفة وحدات ذات أعمار طويلة الأمد		محطة إظهار تجريبي من مرتبة ١٠ - ٥٠ * ميجاوات		التسويق التجاري للمحطات
		تحقيق وتأكيد مصفوفة الوحدات ذات الأعمار طويلة الأمد		تطوير مكونات المنظومة
		تطوير وحدات ذات كثافة قدرة عالية وتكلفة منخفضة		تطوير وحدات ذات أداء عالي
		غاز طبيعي مسيل		تطوير تكنولوجيا الفحم المفير الغازية
		غاز الفحم		
		تطوير تكنولوجيا الفحم المفير الغازية		تطوير محطة توليد قوى كهربائية وبطارية مركبة متكاملة الفحم المفير والكربونات المنصهرة

- محطة قوى كهربائية تعمل خلاياها بالغاز الطبيعي المسيل والكربونات المنصهرة من مرتبة ٥٠ ميجاوات .
- الكفاءة النهائية للمحطة : ٢٥ ، ٠ متر / ميجاوات (مع حزام أخضر)
- ** محطة قوى مركبة متكاملة الفحم المفير والكربونات المنصهرة من مرتبة ١٠٠٠ ميجاوات
- الكفاءة النهائية للمحطة : ٥٠ ، ٠ متر / ميجاوات (مع حزام أخضر)

سابعاً : الدعم الحكومي لتطور خلايا الوقود :

لا تزال خلايا الوقود تكنولوجيا حديثة العهد ، وأكبر المشكلات التي تواجهها هي أنها لا تزال ذات تكلفة عالية نسبياً ، وأحد أسباب ذلك أنها لم يتم إنتاجها بعد بالكميات التي تسمح باقتصاديات الحجم ، وكذلك كان الحال مع السيارة فورد موديل T في الولايات المتحدة الأمريكية عندما كانت في أول عهدها ، ولكن مع الإنتاج الكبير صارت السيارة فورد موديل T في متناول الأسرة المتوسطة .

ولقد حددت اليابان عام ١٩٩١ هدف بلوغ قدرة مركبة قدرها حوالي ٨٣٠٠ ميغاوات بحلول عام ٢٠١٠ . وقد ساعد هذا البرنامج الياباني على تشييد أكبر وحدة خلايا وقود شغالة في العالم الآن تبلغ قدرتها ١١ ميغاوات بمرفق كهرباء طوكيو .

وتتفق إدارة الولايات المتحدة الأمريكية للطاقة الآن حوالي ٥٠ مليون دولار على البحوث في مجال خلايا الوقود ، وذلك فضلاً عن إنفاق ٢٠ مليون دولار على تطبيقات خلايا الوقود في مجال النقل .

وخصصت إدارة (وزارة) الدفاع بالولايات المتحدة الأمريكية حالياً مبلغ ٢٤ مليون دولار لشراء محطات قوى بخلايا الوقود لمستوى الإظهار التجريبي ، حيث تم تركيب أول محطة قوى منها في قاعدة طيران فاندن برج بولاية كاليفورنيا . كذلك تقوم إدارة النقل حالياً ببرنامج بحثي كبير على خلايا الوقود .

والواقع أن الحكومات مناط بها اتخاذ خطوات ثلاث للحد من مستوى الانتشار التجاري لخلايا الوقود مع السنوات القليلة القادمة ، هذه الخطوات الثلاث هي :

- ١- إتاحة زيادات كبرى مطلوبة في موازنات البحوث والتطوير بإدارات الطاقة والنقل .
- ٢- اتخاذ الخطوة الأولى لشراء الوحدات التجارية المبكرة من خلايا الوقود وشراء مركبات خلايا الوقود التجريبية .
- ٣- تطوير برنامج للمساعدة على خفض أسعار بيع الوحدات الأولى المركبة بواسطة مرافق الكهرباء في أنحاء البلاد .

ثامناً : مصر وخلايا الوقود :

يمن الله على مصر باكتشافات جديدة متتابعة لحقول الغاز الطبيعي وحقول البترول ، ورغم ذلك فالطلب المتزايد على الطاقة المصاحب للتنمية المتواصلة وللزيادة السكانية المستمرة ، يجعل من المخزونات المتوافرة بأرض مصر من الغاز الطبيعي والبترول كافية لمقابلة الطلب عليها في المدى القريب والمتوسط ، على أفضل التقديرات .

وحتى في هذا الإطار ، فالنظر إلى هذه الثروة الكامنة بمصر من مصادر الطاقة البترولية وطاقة الغاز الطبيعي من منظور الاقتصاد الكلى الشامل ، يجعل الأولوية لاستخدامها كمصدر استراتيجى من مصادر الدخل القومى ، ويؤكد - من ثم - ضرورة التطلع إلى مصادر أخرى للطاقة .

وهنا تبرز خلايا الوقود كخيار جديد لمصر في عالم الطاقة بمزاياها الفريدة من الإقلال إلى درجة كبيرة من التلوث البيئى وانعدام الضوضاء ، والكفاءة العالية في استخدام الوقود ، والعولية القياسية، والإتاحة المثلى ، والمرونة الكبيرة في استخدام نطاق عريض من أنواع الوقود بدءاً من الهيدروجين ومروراً بالميثانول والإيثانول والغاز الطبيعي وغازات تخمير المخلفات البلدية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية ، وانتهاءً بغاز الفحم أو الفحم المغيز ؛ وذلك فضلاً عن مزاياها الأخرى في التوليد

الكهربى الموزع سواء فى حرم الشبكة القومية الموحدة أو فى الأماكن النائية ، وتقليص خطوط النقل والتوزيع ومن ثم تقليص فواقد النقل والتوزيع ، والتخطيط التكاملى لمصادر الطاقة ، وإعادة تجديد القدرات المركبة ، والتوليد المشترك للحرارة والكهرباء ؛ وذلك إلى جانب كونها خياراً غير تقليدى للطاقة اللازمة للنقل بوصفها أداة توليد طاقة للنقل بمستوى " انبعاثات - صفر " (فى حالة وقود الهيدروجين) مما سيحسن من جودة هواء المدن والحضر إلى درجة لم تكن فى أحلام أكثر المتطلعين إلى بيئة نظيفة لعالمنا الذى نعيش فيه ، كما سيوفر طاقة بترولية مستهلكة فى النقل بلغت عام ١٩٩٩/٩٨ حوالى ٩,١١٣ مليون طن بترول مكافئ ، أى بنسبة حوالى ٣٨,٣% من إجمالى استهلاك الطاقة البترولية بمصر فى هذا العام .

وليس ذلك فحسب .. فمزايا اقتصادية كثيرة ستعود على الاقتصاد القومى ممثلة فى القيمة المضافة التى ستدخلها صناعة خلايا الوقود بمصر ، والقوى العاملة الكبيرة التى ستسبب فى تشغيلها ، والعائد الاقتصادى الكبير الناتج عن تنويع سبل توفير الطاقة ورفع مستوى كفاءتها .

وتوجد بمصر حالياً ، فضلاً عن المخزون الوفير نسبياً من الغاز الطبيعى ، مصادر كبيرة نسبياً لغاز الهيدروجين ، حيث تستخدم أجهزة التقويم (معيدات التشكيل) Reformers بمصانع السماد والبتروكيماويات لإنتاج كميات ضخمة من الهيدروجين ، كذلك تستخدم النظم الإليكترونيتية التى يتولد عنها كميات كبيرة من الهيدروجين كما فى مصانع كيما للكيماويات .

أما بالنسبة لخلايا الوقود ففى عدد كبير من المعاهد البحثية سواء فى الجامعات (جامعة القاهرة على الخصوص) أو غيرها (المركز القومى للبحوث خاصة) تتم بحوث متنوعة فى مجال تكنولوجيا خلايا الوقود ، ولذا تعتبر مصر فى وضع ملائم لاستدخال تكنولوجيا خلايا الوقود وتمثلها والإفادة بها

وفى إطار استخدام تكنولوجيا خلايا الوقود فى قطاع النقل قام جهاز شئون البيئة بالتعاون مع برنامج مرفق البيئة العالمى GEF بإعداد دراسة جدوى فنية اقتصادية للتطبيق التجريبى لتسيير ثمانية أوتوبيسات بخلايا الوقود فى القاهرة الكبرى ، وقد بينت الدراسة الجدوى العالية لهذا المشروع

الريادى الذى يستهدف دعم الانتشار التجارى لتكنولوجيا خلايا الوقود وخفض تكلفته التكنولوجيات المؤدية إلى تقليص ابتعاثات غازات الدفيئة ، كما يستهدف من الزاوية المصرية نقل هذه التكنولوجيا ذات الكفاءة العالية للإمداد بالطاقة ، التى تستخدم مصادر الوقود المتاحة بمصر ، وتوظيفها فى التطبيقات المصرية للإمداد بالطاقة واستهلاكها .

كذلك تم خلال عام ٢٠٠٠ توقيع بروتوكول تعاون بين وزارة الكهرباء والطاقة المصرية ووزارة الطاقة الأمريكية فى مجال نقل تكنولوجيا خلايا الوقود لتوليد الطاقة الكهربائية .

والواقع أن خلايا الوقود ستكون مصدراً حيوياً للطاقة الكهربائية حتى بعد نضوب الغاز الطبيعى والبتروول لإمكان اعتمادها على الفحم المغيز (أو غاز الفحم) ،والذى يقدر العمر المستقبلى لمخزوناته فى العالم بما يزيد على ٣٠٠ سنة من الآن ، كما أن عمر خلايا الوقود ممتد كذلك لاستخدامات الطاقة فى النقل مع المحطات النووية العملاقة سواء الانشطارية الحالية أو الاندماجية المستقبلية ، حيث يخطط لاستخدام جزء من الكهرباء المتولدة بواسطتها فى تحليل الماء الى وقود الهيدروجين والأكسجين، إذ سيمد الهيدروجين خلايا الوقود بالوقود اللازم لها لاستخدامها آنذاك فى السيارات والحافلات وسائر مركبات النقل ، مما يعنى أن العمر ممتد لآماد طويلة قادمة أمام استخدامات خلايا الوقود .

ومعروف حالياً أن انتشار الاستخدام التجارى لخلايا الوقود عالمياً قد صار وشيكاً، وهو الانتشار الواعد الذى تؤكد الجهود المكثفة المتقدمة لإنتاجها فى أكثر من ١٥ دولة فى العالم الآن، قطعت شوطاً كبيراً فى تطويرها واستخدامها لاسيما فى الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وألمانيا ، حتى أن مؤسسات صناعة الطاقة الألمانية تخطط لطرح محطات خلايا وقود بقدرات تتراوح بين ١٥٠٠ و ٢٠٠٠ ميغاوات مع شروق شمس هذا القرن، كما سجلت الشركات الكبرى (شركة سيمتر) فى نشرات مبيعاتها خلايا الوقود ضمن تكنولوجيات الإمداد بالطاقة الكهربائية التى تقوم بتصنيعها وتسويقها فى أنحاء العالم ..

ومع هذا الاقتراب الوشيك لانتشار الاستخدام التجارى لخلايا الوقود على النطاق العالمى يصبح الاهتمام بها فى مصر أمراً ملحاً إن لم يكن حتمياً، خاصة مع توافر إمدادات الغاز الطبيعى حالياً، ثم ينظر فى تنوع مصادر الوقود الملائمة لها مستقبلاً بما يتفق مع تحقيق أقصى فائدة استراتيجية لمصر .

خلاصة القول .. أن مصر يجب أن تسارع الآن للدخول إلى عصر خلايا الوقود هذا المصدر الجديد لتوليد الطاقة، والذي سيحدث ثورة ولاشك فى نظم الإمداد بها على نطاق العالم كله .. ، وقد كانت مصر دائماً سباقة إلى كل فتح تكنولوجى جديد.. وكانت على مر السنين من أولى السدول التى أدخلت السكك الحديدية والكهرباء واكتشفت البترول .. إلى غير ذلك الكثير على مستوى العالم أجمع، ولا يمكن بالتالى أن تتخلف عن عصر الطاقة النظيفة الكفاء التى تقدمها خلايا الوقود .

تاسعاً : التوصيات :

فى تقرير شامل عن خلايا الوقود تم إعداده فى مايو ١٩٩٧ بشعبة الطاقة والكهرباء والبترول* بالمجلس القومى للإنتاج والشئون الاقتصادية فى المجالس القومية المتخصصة وردت عدة توصيات هامة بشأن دخول مصر عصر خلايا الوقود نعرض لأهمها فيما يلى :

- ١- المبادرة بالحصول على عدد من وحدات خلايا الوقود واستخدامها للتعرف عليها والتدريب على تشغيلها وصيانتها، والبدء فى تكوين الكوادر العملية والفنية التى تمارس بهذه التكنولوجيا وتتن التعامل معها .

* أقرت الشعبة برئاسة معالى المهندس / مصطفى كمال صبرى وزير الكهرباء والطاقة الأسبق هذه التوصيات فى تقرير اللجنة التى شكلت برئاسة الأستاذ الدكتور / سعد عوض فرج الأستاذ المتفرغ بكلية الهندسة جامعة القاهرة ، ومقررها كاتب هذا البحث الذى قام بتحرير التقرير .

٢- تشجيع اشتراك الجامعات وجهات البحوث والتطوير بمصر مع وزارة الكهرباء والطاقة ووزارة البترول والمصانع الحربية بالإضافة إلى من يرغب من أجهزة القطاع الخاص الصلعي في مشروعات بحثية مشتركة ، لتنمية وتطوير صناعة الأنواع المختلفة من خلايا الوقود ، مما يفيد بالضرورة في توظيف القدرات والكفايات الهندسية القادرة على دراسة وإيجاد المواد اللازمة لصناعة مكونات خلايا الوقود ، التي ستتضافر في تطويرها محلياً تخصصات عديدة كالتعدين والكيمياء والكهرباء في الجامعات ومراكز البحوث .

٣- تقوية التواصل العالمي بين مصر والجهات التي قطعت شوطاً كبيراً في استخدامات وتطبيقات خلايا الوقود خاصة في أمريكا وأوروبا واليابان ، وذلك للإفادة بخبراتها في هذا المجال ، والسعي نحو اجتذاب مشاركتها في دعم البرامج البحثية والتطبيقية الخاصة بخلايا الوقود في مصر ، توطئة للاستعداد لمرحلة الانتشار التجاري لاستخدامها .

٤- الإفادة ما أمكن من الفرص التطبيقية المتاحة أمام تكنولوجيا الطاقة النظيفة في العالم الآن * ، الممولة من الصناديق المنشأة خصيصاً لدعم مشروعات التنمية المستدامة ودعم خفض غازات الدفينة كصندوق مرفق الطاقة العالمي GEF ، وبرنامج الطاقة والغلاف الجوي المنبثق عن البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة وغيرها .

* هذه التوضيحية مضافة في هذا البحث ولم ترد في تقرير اللجنة المشار إليها سابقاً .



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الالفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

3/1

تطبيقات الليزر في مجال الصناعة والتكنولوجيا

دكتور / محيى سعد منصور

ملخص

نظرا للدور الهام والأساسى لتكنولوجيا الليزر فى الثورة التكنولوجية الأخيرة فإننا نستعرض أهم تطبيقات الليزر فى مجال الصناعة والتكنولوجيا . شمل العرض فى هذه المحاضرة شرح موجز لبعض التطبيقات التى تفيد مجال الهندسة الميكانيكية وكذلك بعض المجالات الأخرى الهامة مثل تكنولوجيا المعلومات والطاقة .

مقدمة

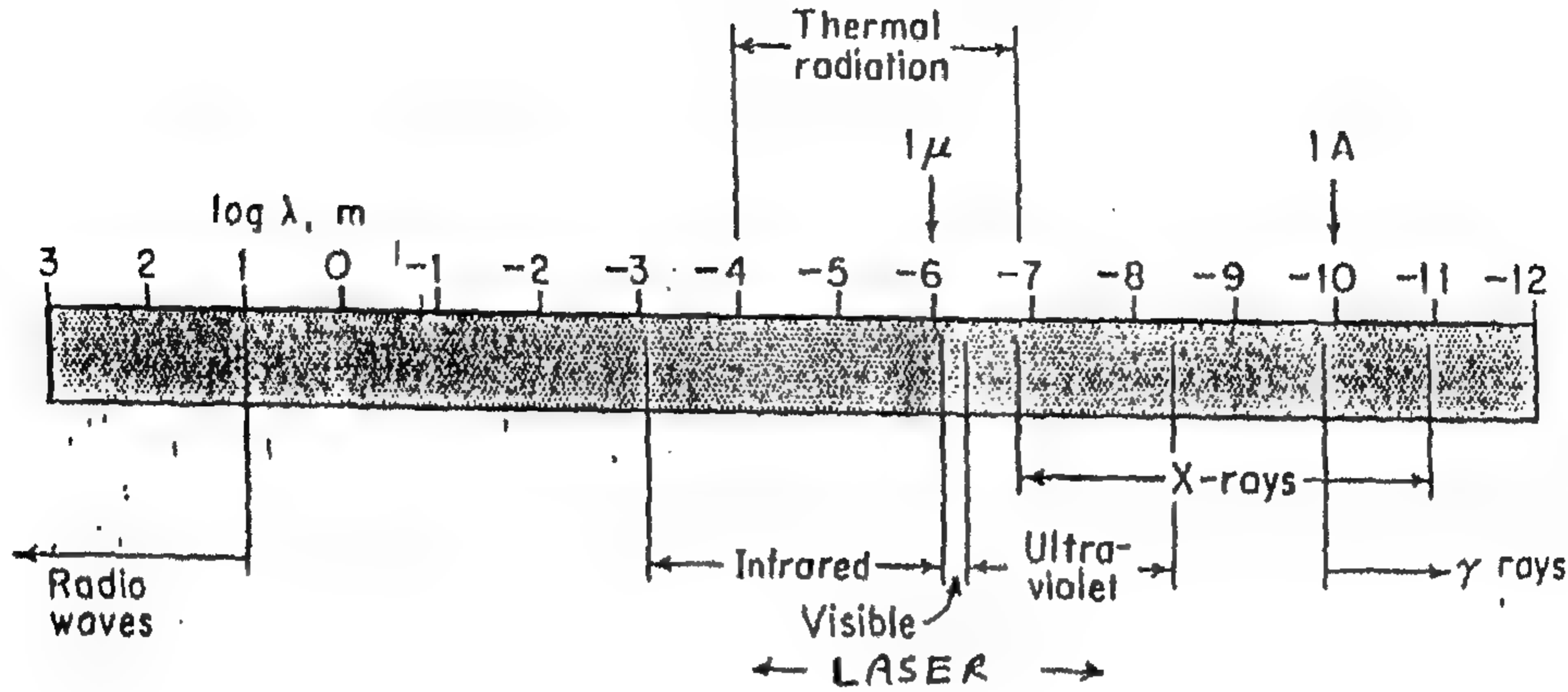
يعتبر الليزر أحد الأعمدة الرئيسية للثورة التكنولوجية الأخيرة فى نهاية القرن العشرين . جاء إختراع الليزر عام ١٩٦٠ لى يقفز العالم قفزات واسعة فى عديد من مجالات العلم والتكنولوجيا . ساهمت هذه القفزات العلمية فى التطوير وخدمة البشرية فى العديد من المجالات كما أنها ساهمت ايضا فى تطوير السلاح ووسائل الدمار . جاء الليزر ليفتح العديد من الأبواب المغلقة ويدخل الأمل من جديد فى عديد من المجالات مثل الطب حيث ساهم بالتشخيص والعلاج وكذلك العمليات الجراحية الدقيقة . ومجال الزراعة حيث ساهم فى تحسين إنتاجية الأراضى الزراعية بعد تسويتها والكشف على أمراض البذور . و مجال البيئة فى الكشف عن الملوثات أما مجال الهندسة فقد كان له قدر كبير من إسهامات الليزر والتى سوف نتعرض لأجزاء منها باختصار فى هذه المحاضرة والإشارة إلى المراجع المناسبة لمن يرغب فى المزيد من المعلومات .

تطور الليزر منذ نشأته فى العقود الأربعة الماضية بصورة أذهلت العالم وكان له الدور الأكبر فى الثورة التكنولوجية الثالثة . فى هذا المجال أيضا يجب أن نذكر بكل فخر الإسهام الذى شارك فيه العالم العربى المصرى الجليل / أحمد زويل بتطوير ليزر الفمتو ثانية الذى حصل به على جائزة نوبل فى الكيمياء .

نبدأ بتعريف شعاع الليزر ومميزاته وكذلك جهاز الليزر ومكوناته ثم نوالى إستعراض تطبيقات الليزر فى مجال الصناعة والتكنولوجيا .

شعاع الليزر

شعاع الليزر ينتمى إلى الضوء أو الموجات الكهرومغناطيسية والتي يندرج تحتها الأشعة السينية وأشعة جاما وموجات الراديو والأشعة فوق البنفسجية وأطياف الضوء والإشعاع الحرارى . كل من هذه الموجات أو الأشعة لها مجال من الطول الموجى كما هو موضح فى الشكل (١)



شكل (١)

توزيع موجات الكهرومغناطيسية

حيث أن الليزر ينتمى إلى الضوء فإننا سوف نبدأ بمقدمة بسيطة عن الضوء . بدأ الإهتمام بدراسة الضوء منذ القرن السابع عشر بواسطة العالم هينجز "Huygens" بعد ذلك جاء العالم الكبير نيوتن فى القرن الثامن عشر ووصف الضوء بأنه تيار من الجزيئات وتطورت الدراسة فى القرن السابق حيث تم إثبات أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية . الضوء مثل أشعة الشمس يقع فى المدى المرئى ما بين طول موجى 4×10^{-7} م إلى 7×10^{-7} م تقريبا . وهذه الأشعة التى تظهر لنا قادمة من الشمس تمثل خليط من موجات فى هذا المجال . من الممكن فصل هذه الموجات وتحليل الطيف عن طريق منشور زجاجى - أو كما نراه على قطعة كريستال - أو كما نراه أيضا فى ظاهرة قوس قزح فى السماء أثناء سقوط الأمطار . عند فصل موجات الضوء تظهر لنا الألوان البراقة بدءاً من الأشعة البنفسجية والتى تمثل أقصر طول موجى إلى الأشعة الحمراء والتى تمثل أطول طول موجى . الضوء يوصف بأنه مشتت أى ينتشر فى جميع الاتجاهات .

من هذه المقدمة عن الضوء نأتى إلى تعريف شعاع الليزر الذى اشتق اسمه فى اللغة الإنجليزية "Laser" بأخذ الحروف الأولى من وصف كيفية تكوين هذا الشعاع فى الجملة الآتية .

"Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"

والتي تعنى باللغة العربية تكبير الضوء عن طريق حث الإنبعاث الإشعاعى . وقد جاء إكتشاف الليزر بعد اختراع الميزر "Maser" بنفس الفكرة ولكن على الموجات الميكرومترية الذى أخذ اسمه أيضا فى اللغة الإنجليزية من الحروف الأولى للجملة التى توصف كيفية تكوينه وهى

"Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation"

والتي تعنى فى اللغة العربية تكبير الموجات الميكرومترية عن طريق حث الإنبعاث الإشعاعى.

شعاع الليزر شمل عدة أطوال موجيه فى المجال المرئى أو الغير مرئى سواء فى مجال الموجات فوق البنفسجية أو مجال الموجات تحت الحمراء .

من المميزات الرئيسية لشعاع الليزر :

أ- طول موجى أحادى " Monochromator " أى أن شعاع الليزر له طول موجى واحد وبالتالي له لون مميز نقى كما نراه أحيانا فى عروض الحفلات أو المؤشر المستخدم مع وسائل العرض وكذلك عوض خط " linewidth " الطول الموجى لا يتعدى 1×10^{-1} م.

ب- التوازى " Collimated " أى أن الإشعاع الخارجى من جهاز الليزر يسير فى خط مستقيم متوازى ولا يتشتت ودرجة التوازى فى أشعة الليزر عالية جدا حيث أنه من الممكن توجيه شعاع الليزر من الأرض إلى القمر كما حدث عام ١٩٦٢ بدون تشتيت .

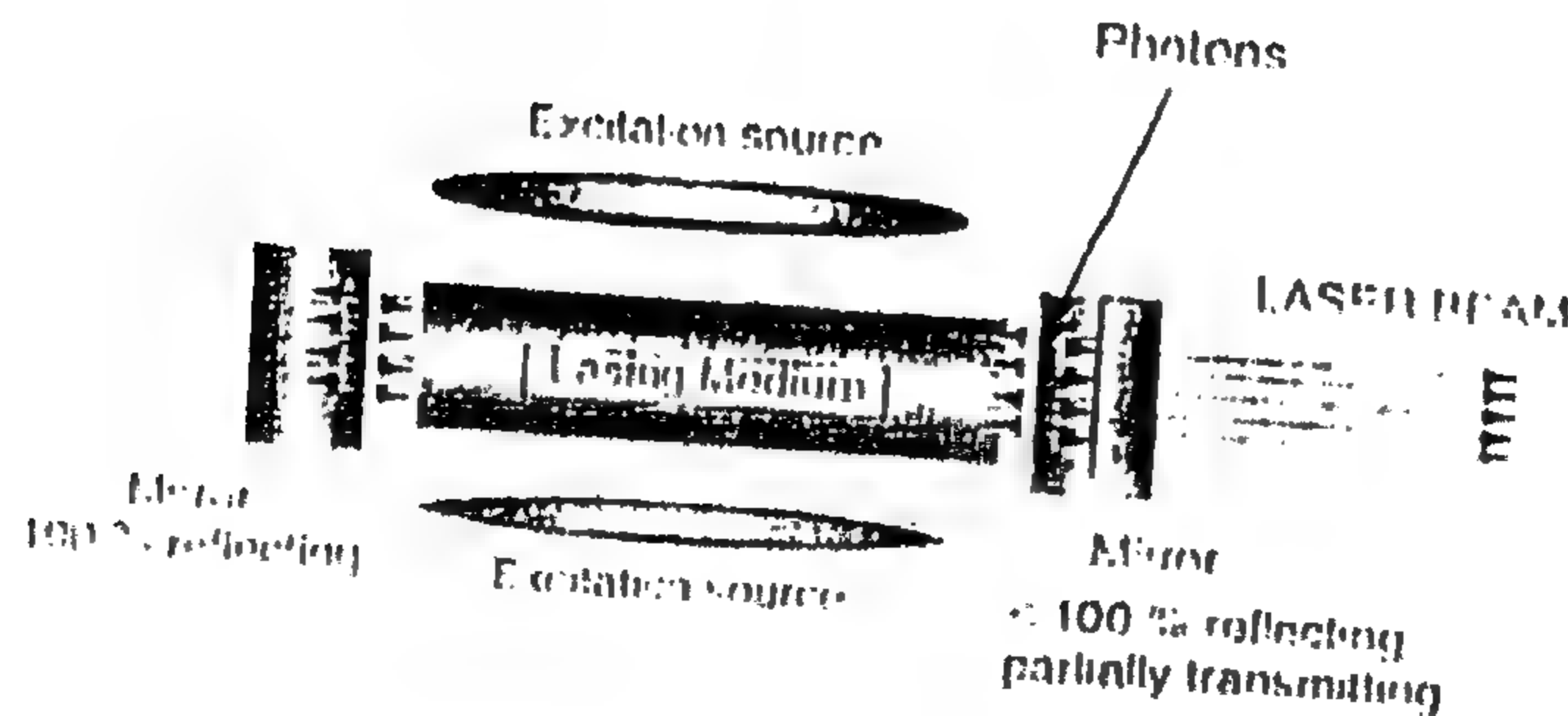
ج- التوافق و التلاحم " Coherent " يتوافق شعاع الليزر من حيث تطابق الموجات السبعة والطول الموجى. هذا التوافق يجعل الفرق بين الضوء العادى المشتت وشعاع الليزر كالفرق بين حركة مجموعة مختلفة من البشر تسير فى سوق ومجموعة من الجنود متماثلين يسرون فى طابور عسكرى.

د- شدة الاستضاءة " Power Density " قدره شعاع الليزر لوحدة المساحات مرتفعة جدا نظرا للمواصفات السابق ذكرها . على سبيل المثال قدرة شعاع ليزر صغير ١ مللى وات تفوق مائة مرة قدره على سطح الشمس والتي تمثل 1×10^{16} وات لوحدة المساحات .

المميزات السابقة لشعاع الليزر تجعل منه قوة و طاقة مركزة يمكن أيضا أن يتميز بها . أشعة الليزر تتولد على شكل : إما متصل " Continuous " أو على شكل ومضات " Pulses " تختلف فى طولها الزمنى من ليزر لآخر حسب التصميم وقدرات جهاز الليزر وتصل إلى حوالى 1×10^{-10} ثانية (فمتو ثانية) .

جهاز الليزر

يتكون جهاز الليزر من ثلاثة أجزاء رئيسية إلى جانب بعض النظم المساعدة . الأجزاء الرئيسية موضحة فى شكل (٢) وهى .



شكل (٢)

مكونات الليزر الأساسية

أ- المادة الفعالة :

هذه المادة مسئولة عن توليد شعاع الليزر في صورة أوليه وهو ما يسمى فوتون " Photon " عند تعرضها لمصدر طاقة كهربائي أو ضوئي . المادة الفعالة من الممكن أن تكون في الحالة الغازية أو سائلة أو الصلبة أو البلازما . من أمثلة الليزر الغازي هو ثاني أكسيد الكربون والليزر الصلب هو النيوديم .

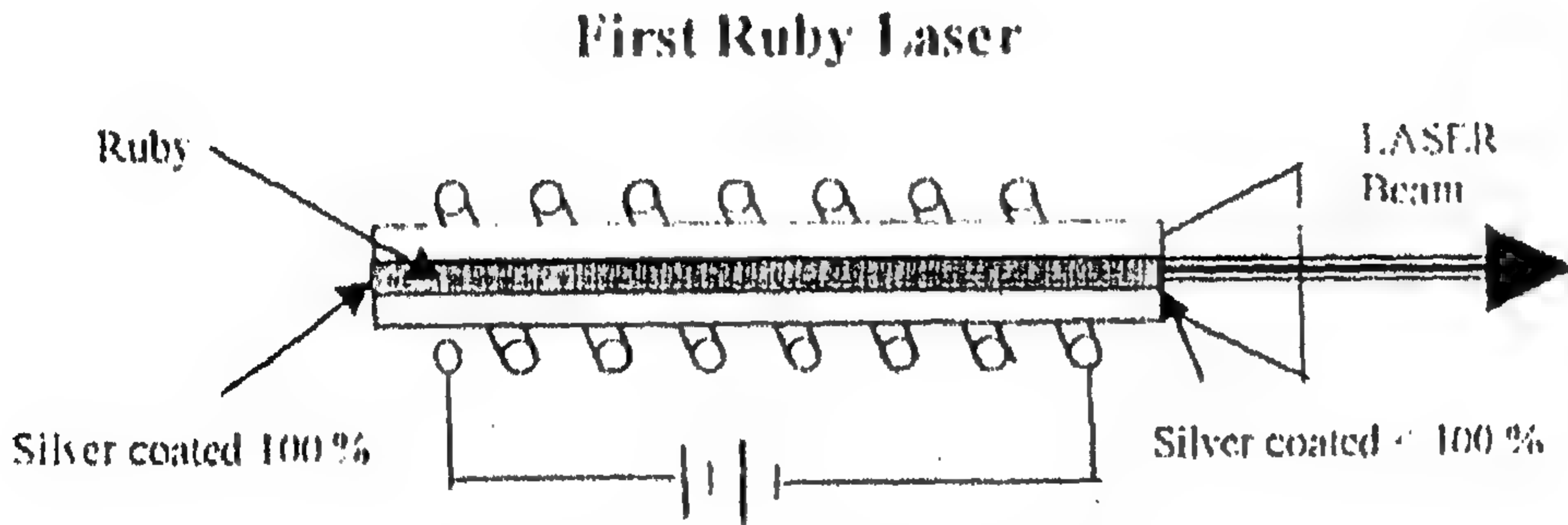
ب- مصدر الطاقة

يتولى مصدر الطاقة حث المادة الفعالة لتكوين الفوتونات الليزرية . هذا المصدر قد يكون كهربائي أو ضوئي.

ج- المرايا

هناك مرآة مغطاة بطبقة عاكسة بنسبة ١٠٠ % على أحد جانبي المادة الفعالة ومرآة أخرى مغطاة بطبقة عاكسة بنسبة ٩٠ % لخروج شعاع الليزر تنعكس الفوتونات المولدة في المادة الفعالة بين المرايا عدة مرات وبالتالي يتم تكبيرها وتوجيهها في صورة متوافقة على صورة شعاع متوازي (ليزر) . من أهم الأجهزة المساعدة في الليزر هي وحدة التبريد حيث أن جزء كبير من الطاقة يفقد أثناء تكوين شعاع الليزر وقد تصل نسبة الفقد هذه إلى حوالي ٩٠ % من إجمالي الطاقة المستخدمة وبالتالي يجب إمتصاصها بواسطة جهاز التبريد حتى لا تؤدي إلى تلف الليزر .

شكل (٣) يوضح أول ليزر تم إختراعه عام ١٩٦٠ من الياقوت بواسطة العالم الأمريكي تيمورد ميامان . يوجد حاليا العديد من أنواع الليزر المستخدمة في المجالات الصناعية والتكنولوجية .



شكل (٣) مكونات أول ليزر في العالم

أنواع الليزر متعددة ويصعب ذكرها في هذه المحاضرة ومن أجل التعرف عليها ومواصفاتها يمكن الرجوع إلى مرجع [1] Ready وهي عادة تتلخص تحت بنود ليزر غازي مثل " Excimer " الأكسيمر أو ليزر صلب مثل نيوديم أو سائل مثل ليزر الصبغة " Dye " .

تطبيقات الليزر فى مجال القياسات والمعايرة والتحكم .

* قياس المسافات

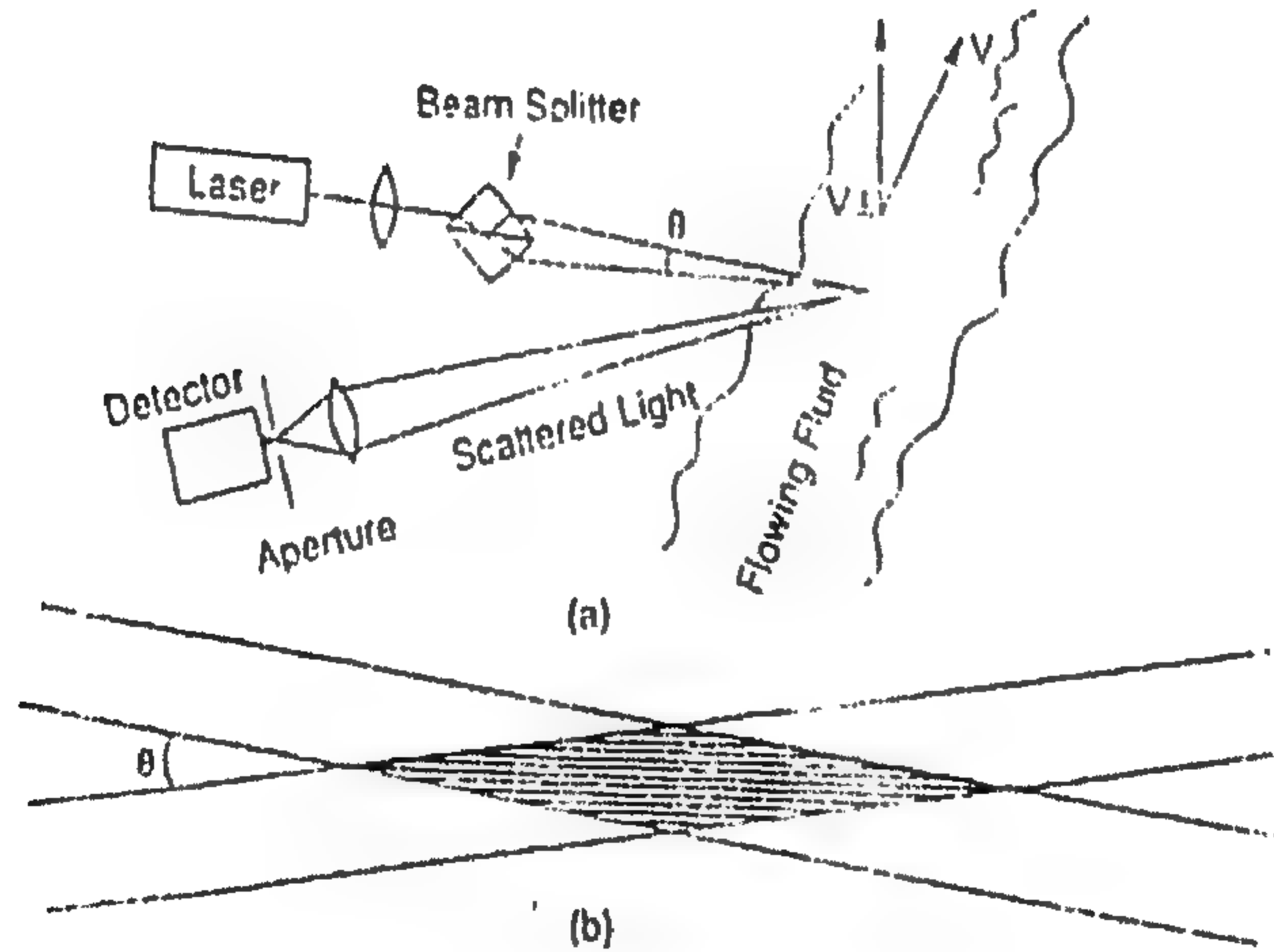
يستخدم الليزر فى قياس المسافات بدقة تصل إلى ميكرومتر (1×10^{-6}) ومدى يبدأ من متر إلى العديد من الكيلومترات . يتم استخدام هذه التقنية أيضا فى التحكم فى دقة آلات القطع ودرجة استواء السطح وكذلك فى المعايرة .. الخ . من مجالات القياس والتحكم الدقيقة .

تقنيات القياس بواسطة الليزر تعتمد على

- خاصية التداخل " Interferometer "
- خاصية دوبلر " Laser doppler displacement "
- خاصية " Beam modulation telemetry "
- خاصية " Pulse time of flight "

* قياس سرعة الموائع

عند مرور المائع محملا بذرات دقيقة عاكسة للضوء على شعاع ليزر متقاطعين فى نقطة فإن الذرات تعكس ضوء الليزر بتردد يتناسب مع سرعة المائع عكسيا مع الطول الموجى لشعاع الليزر . تسمى التقنية المستخدمة فى هذا القياس تقنية قياس السرعة باستخدام خاصية دوبلر " Laser Doppler Velocimetry " والموضحة فى شكل (٤)



شكل (٤) تقنية قياس سرعة الموائع بالليزر

على القارئ الرجوع إلى مراجع (٢ - ٣) من أجل الحصول على تفاصيل دقيقة لهذه التقنية .

* قياسات أخرى

هناك العديد من تقنيات القياس بالليزر للمسافات أو السرعة من الممكن سردها فيما يلي :

- ١- قياس سرعة الأجسام المتحركة .
- ٢- قياس معدل دوران وذلك بواسطة " Laser gyroscope "
- ٣- قياس الأبعاد الصغيرة مثل أقطار الأسلاك من الممكن قياس قطر ٢,٥ ميكرون ($10 \times 2,5 \times 10^{-6}$ متر) بدقة تصل إلى ٠,٥ % وذلك باستخدام تقنية إنحراف الضوء "diffraction"
- ٤- قياس تضاريس الأسطح للتعرف على جودة ودقة تشطيب الأسطح .
- ٥- قياس أقطار ذرات الرذاذ وسرعتها .
- ٦- قياس معدل الإسطالة " Strain " .
- ٧- قياس الاهتزاز .
- ٨- قياس إستدارة الأجسام الاسطوانية .
- ٩- الكشف عن العيوب فى الصناعة من ثغوب وتآكل .. الخ .

تطبيقات تفاعل الليزر مع المواد.

من تعريف شعاع الليزر وخصائصه ذكرنا أن الليزر يحتوى على طاقة هائلة لوحدة المساحات عند سقوطها على أسطح المواد - خاصة الليزر ذو الطاقة المرتفعة - فإنها تولد حراره تصل إلى حد تبخير المعادن . تفاعل المادة بسقوط شعاع الليزر عليها يعتمد على عدة عوامل هامة منها :

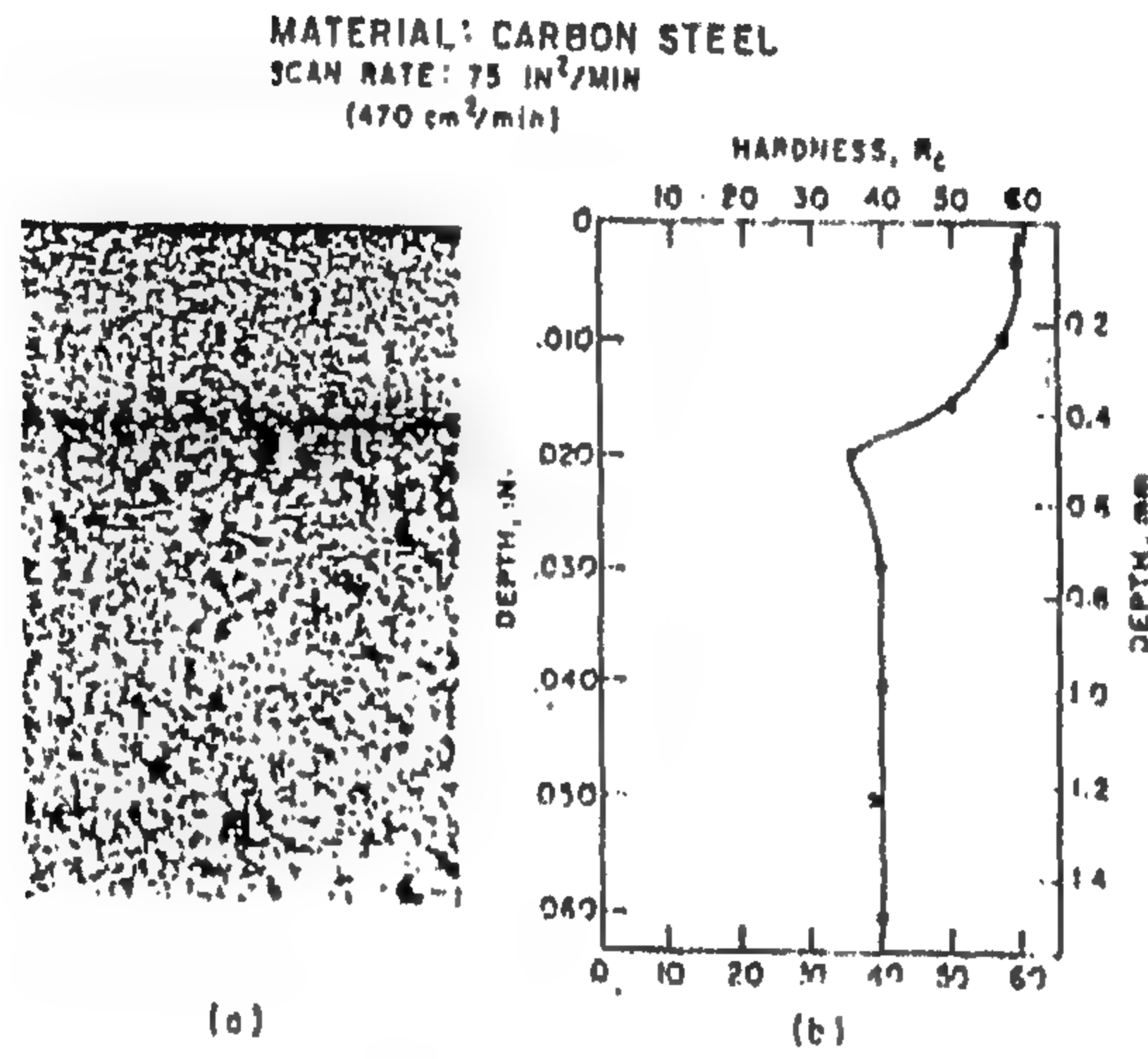
- ١- إمتصاص المادة للشعاع .
 - ٢- سرعة إنتشار الحرارة داخل الجسم .
 - ٣- مدى قدرة المادة على التفاعل (خاملة أو نشطة) .
 - ٤- سمك المادة .
- إمتصاص المادة لشعاع الليزر تعتمد على خواص المادة وخواص سطح المادة ومواصفاته وبالتالي لا نستطيع استخدام نوع واحد من الليزر لجميع المواد .
- سرعة إنتشار الحرارة داخل جسم المادة تعتمد على معامل توصيل الحرارة والسعة الحرارية للمادة حيث أن النسبة بينهما تمثل معامل إنتشار الحرارة داخل الجسم . هناك علاقة تربط بين زمن إختراق الحرارة " ن " والعمق المقابل لهذا الزمن " س " مع معامل إنتشار الحرارة " ك " والتي تتمثل فى أن $s = (4 \cdot K \cdot n)^{1/2}$.
- على سبيل المثال سمك ١ مللي من الفضة يحتاج زمن قدره ١,٤٧ مللي ثانية لإختراق الحرارة بينما الحديد والنيكل يحتاجان إلى زمن قدره ٢١ مللي ثانية و ٦٤ مللي ثانية على التوالي .
- هذه الأرقام توضح مدى إختلاف تأثير المواد وبالتالي تشير إلى ضرورة تحديد ظروف مختلفة لتشغيل أو تفاعل المادة بالليزر . مع إستخدام الطاقة الهائلة لليزر وقدرتها على صهر أو تبخير المادة ووصول حوارة

المادة إلى درجة الانصهار أو التبخر أمكن تصميم أجهزة ليزر للقطع واللحام وكذلك تشكيل المواد المعالجة الحرارية لأسطح المواد . نبدأ أولاً بسرد إستخدامات الليزر في المعالجة الحرارية .

المعالجة الحرارية لأسطح المواد

أ- زيادة صلادته السطح Hardening

تعرض السطح لليزر بكمية محددة ولمدة زمنية محددة يؤدي إلى تغيير خواص السطح من Grain Structure، كما هو موضح في شكل (٥) والذي يضاعف من صلادته السطح .



شكل (٥) تأثير صلادة سطح المادة باستخدام الليزر

ب- صقل السطح " glazing "

يتم صقل سطح المعدن عن طريق إنصهار السطح وتكوين طبقة جديدة رقيقة تختلف عن خواص المادة الأصلية . .

ج- تشكيل سبيكة على السطح " Laser Alloying "

يتم تشكيل سبيكة على سطح المعدن وذلك بنشر بودره من هذه السبيكة على السطح ثم تعريضها لليزر حتى يتم دمجها مع سطح المعدن وبالتالي تتكون سبيكة على السطح دون تغيير المادة من الداخل .

د- تكسية السطح " Laser Cladding "

يتم تكوين قشرة صلبة " Hard face " رقيقة على سطح المعدن وهي تختلف عما سبق بأن القشرة لا تندمج مع المعدن الأصلي .

تشغيل المواد

إستخدام الليزر ذو الطاقة العالية لوحدة المساحات يمكنه صهر أو تبخير المواد وهذا الذى يعتمد عليه فى تشغيل المواد من قطع وثقب وتشكيل والكتابة أو وضع العلامات على الأسطح .. الخ وفيما يلى ملخص للعمليات المختلفة فى تشغيل المواد :

أ- إزالة المواد بواسطة الليزر " Laser Induced Material Removal "

إزالة المواد أو طبقات من المادة تتم بعده أنواع من الليزر الشائع استخدامها كما هى موضحة فى الجدول (١) التالى :

جدول (١) أنواع الليزر واستخداماتها فى تشغيل المواد

الليزر	الطول الموجى (ميكرومتر)	التطبيق
- ياج Nd: YAG(pulsed)	١.٠٦ و ٠.٥٣٢	ثقب- وضع علامات
- ياج Nd YAG (Q- switched)	١.٠٦ و ٠.٥٣٢	إزالة طبقات رقيقة
- ثانى أكسيد الكربون CO ₂ (Pulsed)	١٠.٦	قطع - ثقب
- ثانى أكسيد الكربون CO ₂ (TEA)	١٠.٦	إتزان
الإكسمير Excimer	٠.٣٥ - ٠.١٩	العلامات - عمليات أشباه الموصلات
الإكسمير excimer	٠.٢٤٨	ثقب- دوائر الكترونية تشغيل دقيق .
الياقوت Ruby	٠.٦٩٤٣	ثقب
نيوديوم Nd : glass	١.٠٦	ثقب .

ب- ثقب " Hole drilling "

من أهم عمليات تشغيل المواد هى الثقب نظرا لأنها تصل إلى دقة بالغة وأقطار صغيرة جدا حوالى ٢.٥ ميكرومتر وكذلك إمكانية التعامل مع خامات يصعب ثقبها بالطرق التقليدية . ذلك إلى جانب إمكانية إستخدام الليزر فى أوضاع معقدة مثل ثقب جوانب ريشة تربينه غازية فى المحركات النفاثة .

ج- القطع " Cutting "

قطع المواد يعتمد على خواص المادة وفيما يلى جدول يلخص صفات المادة والطريق المناسبة للقطع باستخدام أو مساعدة الليزر .

جدول (٢) خواص المواد وطرق القطع المناسبة

خاصية المادة	طريقة القطع	مثال
غير موصل جيد للحرارة	تبخير مباشر بالليزر	القماش - بعض المواد غير المعدنية .
موصل جيد للحرارة وغير قابل للتفاعل	الإنصهار بواسطة الليزر مع إزالة المادة بواسطة غاز نفث " gas jet "	صلب لا يصدا
موصل جيد للحرارة وقابل للتفاعل	إستخدام الليزر في التسخين مع نفث مؤكسد " oxidizingjet " لإتمام التفاعل	تيتانيوم

يدخل الليزر في منافسة مع الطرق التقليدية للقطع وجدول (٣) يستعرض مقارنة بين الطرق المختلفة لتكنولوجيا القطع . من هذا الجدول نستخلص أن الليزر له اقدرات ومميزات خاصة يتميز بها عن باقي الطرق السابقة في القطع .

د- خدش Scribing

يستخدم الليزر في عمل خدوش غير نافذه في مواد هشه مثل الزجاج والسيراميك والسيليكون ثم قطع - كسر - المادة على مدى هذا الخدش لتكوين الشكل المطلوب . كما هو الحال في قطع الزجاج عن طريق خدشه بآلة حاده أولا . هذه الطرق تستهلك بالطبع طاقة أقل مقارنة بالقطع الكامل باستخدام الليزر إلى جانب ان حد القطع يكون حاد بدون شوائب أو آثار لحراره الليزر .

هـ وضع علامات " marking "

من الممكن استخدام الليزر في ازالة طبقة رقيقة جدا من سطح المادة على شكل علامات أو حروف وقد انتشرت هذه الطريقة نظرا لدقتها وتميزها عن الطرق التقليدية بسبب استمرارية العلامات على السطح .

جدول (٣) مقارنة بين الطرق المختلفة لعمليات القطع

تكنولوجيا	الليزر	Punch Press	الفرز المبرجة بالكمبيوتر	Abrasive Jet fluid	Wire electric discharge	البلازما
المزايا	<ul style="list-style-type: none"> سهولة تناول القطعة سرعة Setup وتغيير والتصميم القدرة على قطع أشكال معقدة . small kerf 	<ul style="list-style-type: none"> معدل سريع تكلفة رخيصة لحجم الإنتاج . 	<ul style="list-style-type: none"> خوصات جيدة حرف القطع جيد معدل قطع سريع 	<ul style="list-style-type: none"> خوصات جيدة التعامل مع أشكال معقدة . تنظيف جيد تقطيع معظم المواد 	<ul style="list-style-type: none"> حرف قطع جيد التعامل مع خامات سميكة . 	<ul style="list-style-type: none"> قطع خامات سميكة . معدل قطع مرتفع . التعامل مع مساحات الشكل معقدة .
العيوب	<ul style="list-style-type: none"> تكلفة عالية للجهاز معدل أقل لإزالة المادة إستخدام طاقة عالية . 	<ul style="list-style-type: none"> تكلفة مرتفعة لأدوات القطع . وقت طويل للتخصير 	<ul style="list-style-type: none"> تآكل أدوات التشغيل وقت طويل للتخصير 	<ul style="list-style-type: none"> تكلفة عالية للجهاز بطيئة في القطع إلى حد ما 	<ul style="list-style-type: none"> التثبيت . تآكل الأنابيب 	<ul style="list-style-type: none"> تكلفة عالية للتشغيل خوصات سيئة . Large kerf

و- الإتزان Balancing

الأجسام المتحركة والدواره خاصة تحتاج إلى إتزان ميكانيكى وذلك بإزالة أجزاء من الجزء الزائد فى الوزن أو اضافة أثقال فى الجزء الخفيف . عادة تأخذ هذه الطريقة عدة محاولات بسبب أن عملية الإضافة أو الإزالة تتم عند إيقاف الجسم الدوار . عند استخدام الليزر فى هذا المجال أمكن إزالة أجزاء من المادة بدقة شديده أثناء دورانها بواسطة ليزر ذو ومضات " Pulsed laser " يتم توجيهه على الجزء المراد تخفيف وزنه وبالتالي يتم التوصل إلى الإتزان الكامل بدون إيقاف حركة الجسم .

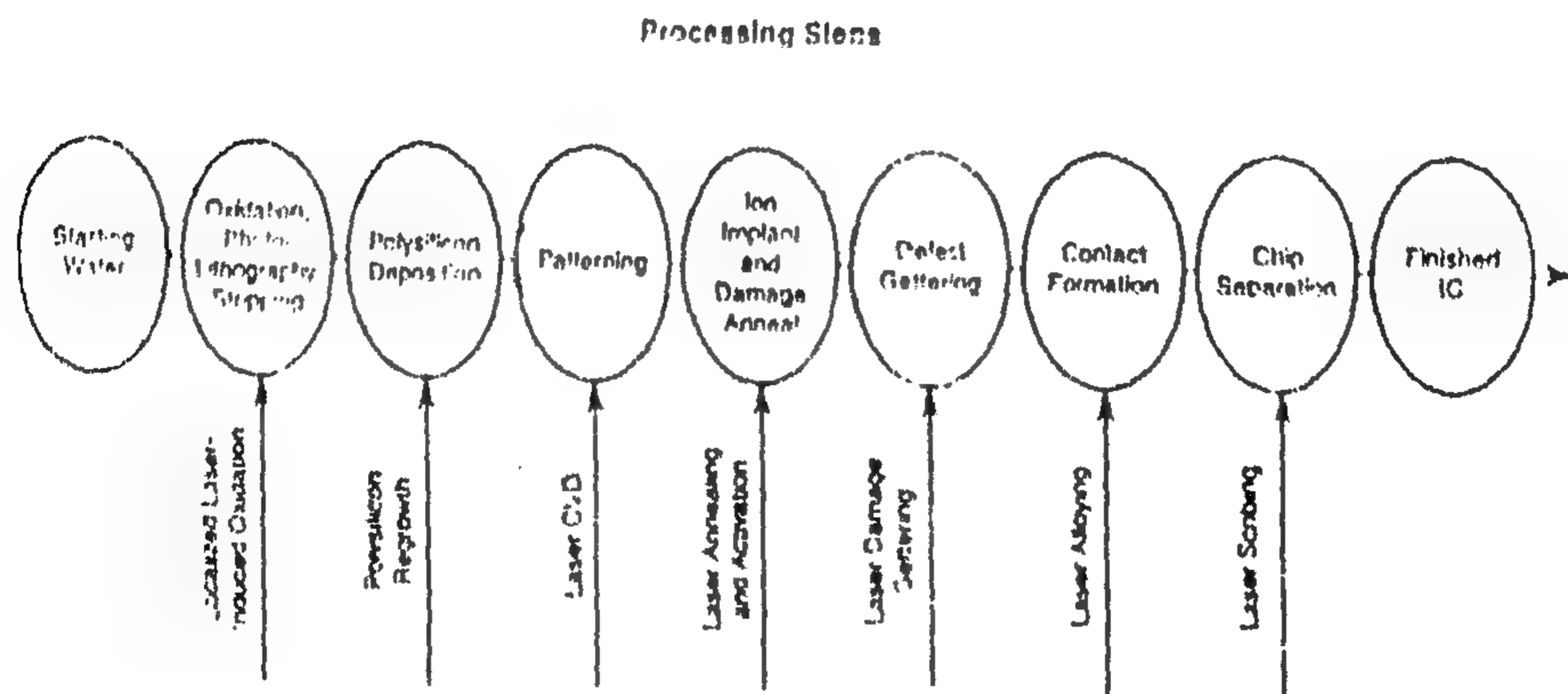
ى- إزالة الدهانات

* التشغيل الدقيق والدوائر الإلكترونية Micro machining and Electronic circuits

من التطبيقات الهامة فى تشغيل المواد والتي انتشرت بصورة كبيره هى مجال صناعة الدوائر الإلكترونية نظرا لدقة التحكم فى ترسيب (deposition) المواد أشباه الموصلات - المعادن - أو المسود العازله المستخدمة فى هذه الصناعة. عمليات تقصيف المقاومات الصغيرة " trimming resistors " و الثقب الدقيق و الخدش و العلامات أمكن الإستفاده منهم فى صناعة الدوائر الإلكترونية أيضا .

من أشهر التقنيات المستخدمة فى صناعة الدوائر الإلكترونية هى قصف المقاومات " trimming resistors " نظرا لأن صناعة المقاومات الدقيقة فى الدوائر الإلكترونية تتم بترسيب " deposition " المعادن تحت ضغوط منخفضة جدا وهى عادة لا تصل إلى الدقة المطلوبة فإنه يتم زيادة نسبة الترسيب للمعدن ثم بعد ذلك تتم عملية القصف " trimming " للوصول إلى القيمة المطلوبة للمقاومة . وقد تفوق الليزر فى هذا المجال بوضوح وأصبح عنصرا أساسيا فى هذه الصناعة.

يمكن إستخدام الليزر فى عدة مراحل تصنيع الدوائر الإلكترونية كما هو موضح فى شكل (٦) . من هذا الشكل يتضح أن الليزر يكاد أن يغطى معظم مراحل التصنيع لتمييزه بدقة عالية .



شكل (٦) مراحل التشغيل الدقيق للدوائر الإلكترونية

اللحام

تكنولوجيا اللحام باستخدام الليزر بدأت مع نشأت الليزر الأول باستخدام مادة الياقوت . حاليا يعتبر ليزر ثنائي أكسيد الكربون وليزر النيوديموم ياج " Nd: YAG " النوعين الأساسيين المستخدمين في تكنولوجيا الليزر اللحام . مع تطور تكنولوجيا اللحام إنتشر استخدام الليزر خاصة أنه يكلف أقل من الطرق التقليدية في كثير من الأحيان .

في جدول (٤) نستعرض مقارنة بين استخدام الليزر في اللحام والأنواع الأخرى .

جدول (٤) مقارنة بين تكنولوجيا اللحام

المواصفات	ليزر	التقنية الشعاع الإلكتروني	المقاومة	تنجستن غاز حامل
جوده اللحام	ممتاز	ممتاز	جيد	ممتاز
الجزء المتأثر بالحرارة	صغير جدا	صغير	متوسط	كبير
معدل لحام seam rate.	عالي	عالي	متوسط	متوسط
السماك	محدود	كبير	متوسط	كبير
تكلفة الجهاز	مرتفعة	مرتفعة	منخفضة	منخفضة
تكلفة التثبيت والتصنيع	منخفض	مرتفع	مرتفع	متوسط

استخدام الليزر في التصوير ثلاثي الأبعاد Holography

بدأت تكنولوجيا التصوير ثلاثي الأبعاد Holography قبل إختراع الليزر ولكن ظهور الليزر أعطى لها قوة وقدره فائقة عن استخدام الضوء العادي . للتعرف على تفاصيل في هذا المجال على القارئ الرجوع إلى مرجع [1].

تطبيقات الليزر في مجال التطفيف Spectroscopy

أحدث اكتشاف الليزر تطورات وقفذات مذهلة في علم التطفيف Spectroscopy . في هذا المجال ساهم الليزر في تطوير دراسات خواص إنبعاث وإمتصاص المواد سواء كانت صلبة أو سائلة أو غازية . كذلك نشأت التقنيات الجديدة في هذا المجال التي تعتمد على الليزر ذو القدره على ضبط وتغيير "Tune" الطول الموجي للشعاع بما يتناسب مع التطبيق المطلوب . هكذا أمكن إدخال الليزر في دراسة ديناميكية وهيكل الجزيئات والتفاعلات الكيميائية وكذلك العديد من التطبيقات الهامة التي نلخصها فيما يلي :

- ١- قياس ديناميكية وهيكل الجزيئات .
- ٢- قياس درجات الحرارة في اللهب وكذلك مستويات الجو العليا .
- ٣- قياس نسب الملوثات في الجو وعادم الاحتراق من السيارات وخلافه .
- ٤- قياس نسب الهباب المنبعث من المداخن والعادم .

- ٥- قياس نسب الغازات (قبل- أثناء -بعد) فى عمليات التفاعل الكيميائى والإحتراق . من الممكن قياس الغازات المستقرة وكذلك الغازات الغير مستقرة .
- ٦- دراسة عملية الإحتراق فى المحركات والتطبيقات العملية الأخرى .
- ٧- تطبيقات أخرى متعددة تتطور كل يوم لدراسة علوم الذرة والمواد .

تطبيقات الليزر فى مجال تكنولوجيا المعلومات IT Information Technology

تكنولوجيا الليزر أصبحت ضروره وعنصر أساسى فى مجال تكنولوجيا المعلومات وتزداد أهميتها كل يوم حيث ان الليزر يدخل فى مجالات نقل المعلومات - تخزين المعلومات - قراءة المعلومات وهى العناصر الأساسية لتكنولوجيا المعلومات .

تقنيات الليزر تدخل فى :

- ١- الإتصالات Telecommunication
- ٢- الأسطوانات الضوئية Optical disk
- ٣- الكمبيوتر الضوئى Optical computer
- ٤- وسائل العرض .

تقنية نقل المعلومات

نقل المعلومات باستخدام الضوء بدء منذ زمن بعيد أولا باستخدام إشارات من الدخان ثم إشارات ضوئية من فوق الجبال . بدء استخدام الموجات الكهرومغناطيسية لحمل الرسائل بعد استخدام موجات الراديو ولكن سرعان ما تلاشت هذه التقنية بعد ظهور الليزر حيث أن طوله الموجى القصير بالنسبة لموجات الراديو يعطى له تردد عالى بنسب تفوق موجات الراديو وبالتالي يعطى له القدرة على حمل كمية أكثر من المعلومات كذلك خاصية أحادية الطول الموجى تجعله مميز فى نقل المعلومات وقراءتها بدقة عالية .

تقنية تخزين المعلومات

بدء استخدام الليزر فى صناعة أسطوانات تكتب عليها مرة واحدة فقط وللقراءة المستمرة.

Write-once , read mostly (WORM) memories وذلك باستخدام قرص مصقول بمادة عند تعرضها لليزر تذوب ويسجل مكانها المعلومات . سبيكة تيليريوم " Tellurium " تستخدم فى هذا المجال . تستخدم هذه الأقراص فى ضغط المعلومات بدء أيضا تصنيع أقراص يمكن إعادة الكتابة عليها وهى تسمى أقراص ضوئية مغناطيسية Magneto-optic .

عند تعرض المادة المصنوع منها القرص لليزر تتغير حالتها المغناطيسية ويتم التسجيل عليها ومسحها بنفس الطريقة من خلال تغيير هذه الحالة المغناطيسية في كل مرة تعرض الليزر . يتم قراءة البيانات من الأقراص سواء المستديرة (WROM) أو المتعددة الكتابة باستخدام ليزر آخر أقل شدة .

تزداد كمية المعلومات المسجلة على الاسطوانة كلما نقص الطول الموجي لليزر المستخدم أى زاد تردده . ومن المتوقع إستخدام الليزر الأزرق ذو التردد العالى فى القريب وهذا سوف يساهم فى زيادة سعة المعلومات الممكن تخزينها بصورة كبيرة .

تقنية إسترجاع المعلومات

استرجاع وقراءة المعلومات تتم باستخدام الليزر فى صور متعددة وبسرعة كبيرة . مرجع [١] Ready يشرح كيفية إستخدام الليزر فى هذه التقنية .

تقنية الرسومات بالليزر Laser Graphic

شاع استخدام الرسومات بالليزر على المواد المختلفة نظرا لقدره على التحكم فى شعاع الليزر وتوجيهه بدقة بالغة .

فى مجال تكنولوجيا المعلومات لا ننسى ذكر الاسطوانات الضوئية المستخدمة أيضا فى الأغاني والأفلام والمتاحة حاليا بالأسواق فى العالم كله . كذلك طابعات الليزر والـ scanner .

تطبيقات الليزر فى مجال الطاقة النووية .

من المعروف أن الطاقة النووية يمكن الحصول عليها عن طريق الإشتطار النووى مثل القنبلة النووية باستخدام اليورانيوم المشع أو الإندماج النووى مثل القنبلة الهيدروجينية . الطريقة الثانية تولد طاقة حوالى ١٠٠ مره ضعف الطريقة الأولى وهى تحتاج لطاقة هائلة لبدء الإندماج والتى قد تعادل طاقة القنبلة الذرية من أجل الوصول لمستوى درجات حراره عاليه . فكر العلماء فى إستخدام الليزر بطاقات هائلة فى هذا المجال ومازالت الأبحاث جارية خلف الأسوار .

يقوم العلماء حاليا بمحاولة إستخراج اليورانيوم المشع من اليورانيوم الخامل باستخدام الليزر أيضا نظرا لأنه يحقق نجاح أفضل من الطرق التقليدية التى تسبب فقدا يقدر بحوالى ٤٠ % من خامه اليورانيوم المشع . ومازال البحث فى مجال الطاقة النووية يحوى أسرار داخل معامل الدول المتقدمة .

خاتمة

فى هذه المحاضرة تم إلقاء الضوء على إستخدامات الليزر فى مجال الصناعة والتكنولوجيا . ويتضح الآن مدى أهمية هذه التقنية فى التطبيقات المتعددة فى هذا المجال والتي أصبح لا مناص منها وهى بالفعل تمثل أحد أعمدة الثورة التكنولوجية الثالثة .

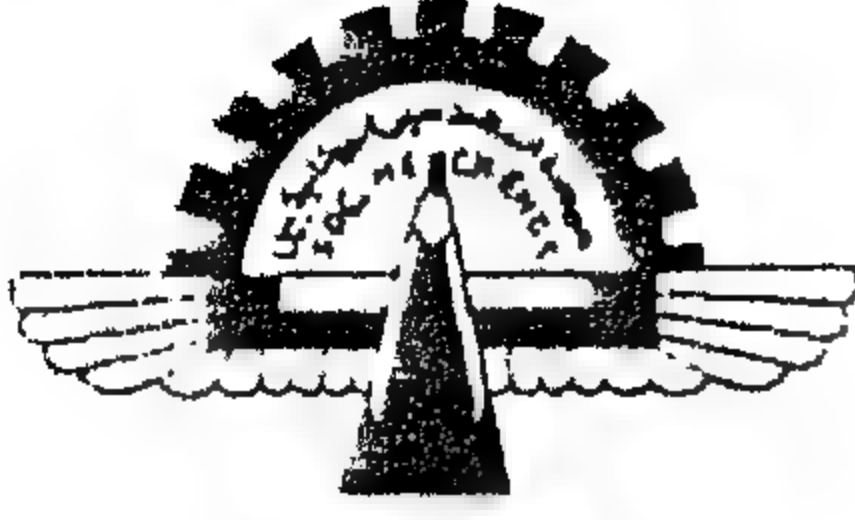
ويأتى السؤال الآن أين نحن من هذه الثورة التكنولوجية هل نكتفى باستيراد هذه التكنولوجيا أم يجب علينا الدخول فى ركب الثورة والتأثير فيها بعلماء عرب مصريين لهم القدرة على التطوير ولكنهم يحتاجون المناخ المناسب والإمكانيات .

توصيات

كما ذكرنا فى الخلاصة أنه يجب الدخول فى مجال تطوير دراسة تكنولوجيات الليزر فى الميادين المختلفة والتي تهتم بها سواء فى الصناعة أو الطب أو الزراعة . مواكبة ركب الحضارة والتكنولوجيا يتطلب توفير المناخ المناسب للبحث العلمى وتطوير التكنولوجيا . تعاون الجامعة مع الصناعة فى هذا المجال أمر واجب وضرورى ومن المؤكد أنه أحد الطرق الأساسية للنهوض بمستوى التكنولوجيا فى بلادنا العربية حتى لا نعتمد فقط على إستيراد التكنولوجيا .

REFERENCES

- [1] J. F. Ready "Industrial Applications of Lasers", Academic Press, New York, 1997.
- [2] F. Durst, A. Melling, and J. H. Whitelaw, "Principles of Practice of Laser Doppler Anemometry", Academic Press, New York, 1976.
- [3] J. W. Bilbro, "Atmospheric Laser Doppler Velocimetry: An Overview", Opt. Eng. 19, 533, 1980.



جمعية المهندسين الميكانيكيين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

تطوير التقنيات جارية ضرورة للتنمية واقلمتها

1/2

دراسة هندسية عن تقييم أداء المعدات الميكانيكية
المستخدمة في مشروع حماية واتزان جسور ترعة السلام

دكتور مهندس / مجدى محمد عبد الحميد
أستاذ دكتور / فريد عبد العزيز طلبه

دراسة هندسية
عن
تقييم أداء المعدات الميكانيكية المستخدمة في مشروع حماية وإتزان جسور
ترعة السلام
(التحليل الديناميكي وتحديد ترددات التشغيل)

د.م. مجدى محمد عبد الحميد
أ.د. فريد عبد العزيز طلبه
قسم التصميم وهندسة الإنتاج
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

الملخص

تختص هذه الدراسة بتحديد ظروف التشغيل المناسبة وخاصة تردد التشغيل الخاص بالشاكوش الهزاز أثناء عمله دق الخوازيق حتى يتحقق الأمان المطلوب لجسور ترعة السلام في منطقة التشغيل، وقد وجد تباين شديد يصل إلى حد التضارب في البيانات الخاصة بتحديد التردد الرنيني للمنظومة المكونة من المعدات المستخدمة في عمله دق الخوازيق (ماكينة إنزال قوالب الصب، الشاكوش الهزاز، قالب الصب أو زنب التوسيع والتربة)، وهذا التضارب واضح جدا في المراجع العلمية. كما تؤكد جميع المصادر العلمية المختلفة بأنه لا توجد طرق حسابية دقيقة تستطيع تحديد التردد المطلوب في ظل الظروف والاعتبارات المتعددة والموجودة بالموقع لأن طبيعة التربة وظروف التشغيل المحيطة تختلف من موقع لآخر ومن مكان لآخر في نفس الموقع.

وقد استخدم القياس المباشر للترددات الرنينية الحرجة في الموقع وكذلك قياس المتغيرات الديناميكية الأخرى وتم تحليل النتائج بأسلوب التحليل الطيفي ثلاثي الأبعاد والتي تساعد على اتخاذ قرار فني سليم بخصوص تحديد ظروف التشغيل المناسبة في الموقع. وقد أوضحت النتائج ضرورة اتباع أسلوب معين أثناء عملية إنزال قوالب الصب بالإضافة إلى تحديد مجال ترددات التشغيل الآمنة.

١. مقدمة

يهدف مشروع حماية وإتزان جسور ترعة السلام في مراحلها المختلفة إلى عدة أهداف قومية منها المحافظة على طبيعة مياه الترعة ومنع التسرب المائي من وإلى الترعة بالإضافة إلى حماية وإتزان جسور الترعة، ويتم ذلك من خلال تنفيذ حائطي الخوازيق الخرسانية المسلحة وخوازيق البنتونايت المألثة. ولما كانت جسور ترعة السلام ذات طبيعة خاصة نظرا لتخليقها من ردم بعض المناطق من بحيرة المنزلة فكان لزاما إقتراح منظومة هندسية مصرية للتعامل مع متطلبات هذه الجسور حيث تم إقتراح وتصميم وتنفيذ المنظومة الميكانيكية بالكامل بخبرة مصرية، وتتكون هذه المنظومة من مجموعة من ماكينات إنزال قوالب الخوازيق بأسلوب الإزاحة الكاملة (ماكينة إنزال قوالب الصب، الشاكوش الميكانيكي (أنظر ملحق (١))، قوالب الصب، محطة خلط البنتونايت).

وكان من أسس تشغيل هذه المنظومة هو تحديد ظروف التشغيل المناسبة وخاصة التردد الخاص بالشاكوش الهزاز أثناء عمله دق الخوازيق حتى يتحقق الأمان المطلوب لجسور ترعة السلام في هذه المنطقة طبقا لما ورد بالمراجع [١-٦] في هذا المجال يتأكد أن هناك نوعا من التضارب في البيانات الخاصة بتحديد التردد الرنيني للمنظومة المكونة من المعدات المستخدمة في عمله دق الخوازيق (الشاكوش الهزاز و قالب الصب أو زنب التوسيع و التربة) كما تؤكد جميع المصادر العلمية المختلفة بأنه لا توجد طرق حسابية دقيقة تستطيع تحديد التردد المطلوب في ظل الظروف والاعتبارات المتعددة والموجودة بالموقع وأنا نرى أن هذا التضارب شيء طبيعي ومتوقع لأن طبيعة التربة وظروف التشغيل المحيطة تختلف من موقع لآخر ومن مكان لآخر في نفس الموقع.

ومما سبق يتضح أن الأسلوب الوحيد الذي يمكن أن يعتمد عليه في حل هذه المشكلة هو القياس المباشر للترددات الرنينية الحرجة في الموقع وكذلك قياس المتغيرات الديناميكية الأخرى التي تساعد علي إتخاذ قرار فني سليم بخصوص تحديد ظروف التشغيل المناسبة في الموقع.

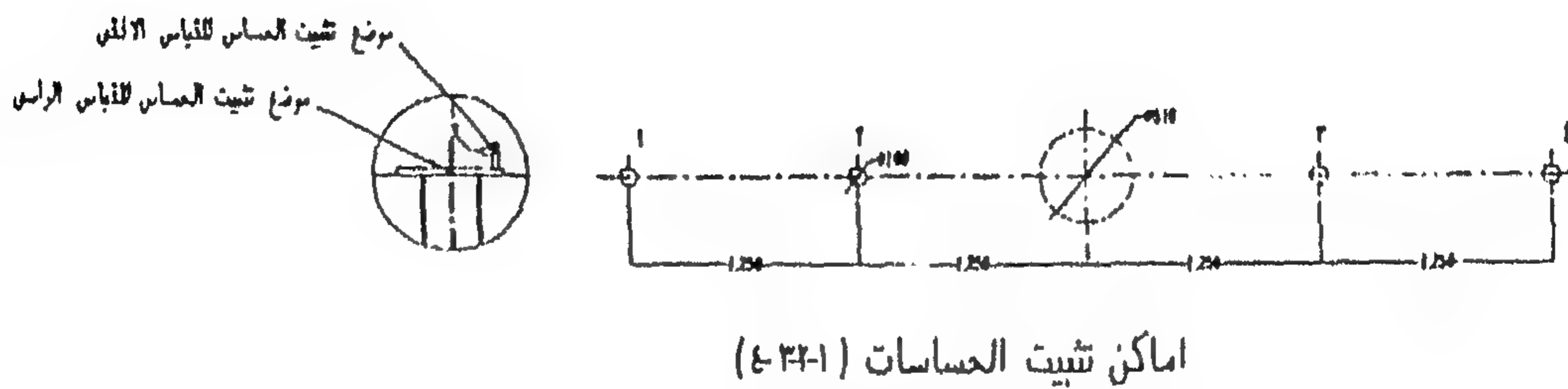
٢. تصميم التجارب الحقلية وتحديد المعدات الأجهزة

- قد تم تصميم التجارب التي تتم بالموقع علي أساس بعض الاعتبارات الحاكمة وهي:
- ١- لا يوجد مصدر إشارات تحكم للاهتزازات الخاصة بالمنظومة ككل ومن ثم فإنه من الصعوبة بمكان إستثارة المنظومة باهتزازات خاصة مستقرة.
 - ٢- لا يوجد مصدر لاستثارة المنظومة بصدمات Shocks مقننة يمكنها تحديد الترددات الرنينية المطلوبة.

لذلك فقد إرتأينا الاعتماد في القياسات علي حالات التشغيل العابرة Transition periods مثل فترات بدء التشغيل وفترات إيقاف التشغيل من وإلى السرعة القصوى لتردد الشاكوش الهزاز، ويجب أن ننوه أن الاعتماد علي هذه الفترات العابرة مناسب تماما لتحديد البارامترات الحاكمة في التحليل الديناميكي للمنظومة. وبناء علي ما سبق فقد قمنا بتحديد نوعيات الأجهزة المناسبة لهذا النوع من الاختبارات وهي كالآتي:

- ١- جهاز قياس التحليل الطيفي Spectrum Analyzer حتى يمكن قياس وإظهار وتسجيل الطيف الخاص بالاهتزازات المقاسة في الفترات العابرة السابق الإشارة إليها والجهاز المستخدم من شركة IIP.
- ٢- حساس قياس الاهتزازات Accelerometer وما يتطلب من معدات أخرى مثل المكبرات من Charge Amplifier وكذلك جهاز محدد الإشارة Vibration Level Limiter المقاسة (عجلة- سرعة- إزاحة) واختبار المستوى المناسب لها، وهذه الأجهزة من شركة B&K.
- ٣- جهاز لقياس المستوى الكلي للاهتزازات Overall Vibration Level حيث يمكن قياس مستوى الاهتزازات في صورة Peak أو في صورة RMS أو متوسط تلك القيم، ومن ثم يمكن عمل التقييم الكلي للاهتزازات أثناء دق الخازوق، والجهاز المستخدم من SCHENCK and B&K.

شكل (١) يوضح مخططا يبين أماكن تثبيت الحساسات عند نقط القياس المختلفة وأبعادها عن الخوازيق التي تم تنفيذها حيث يمكن ملاحظة الآتي:



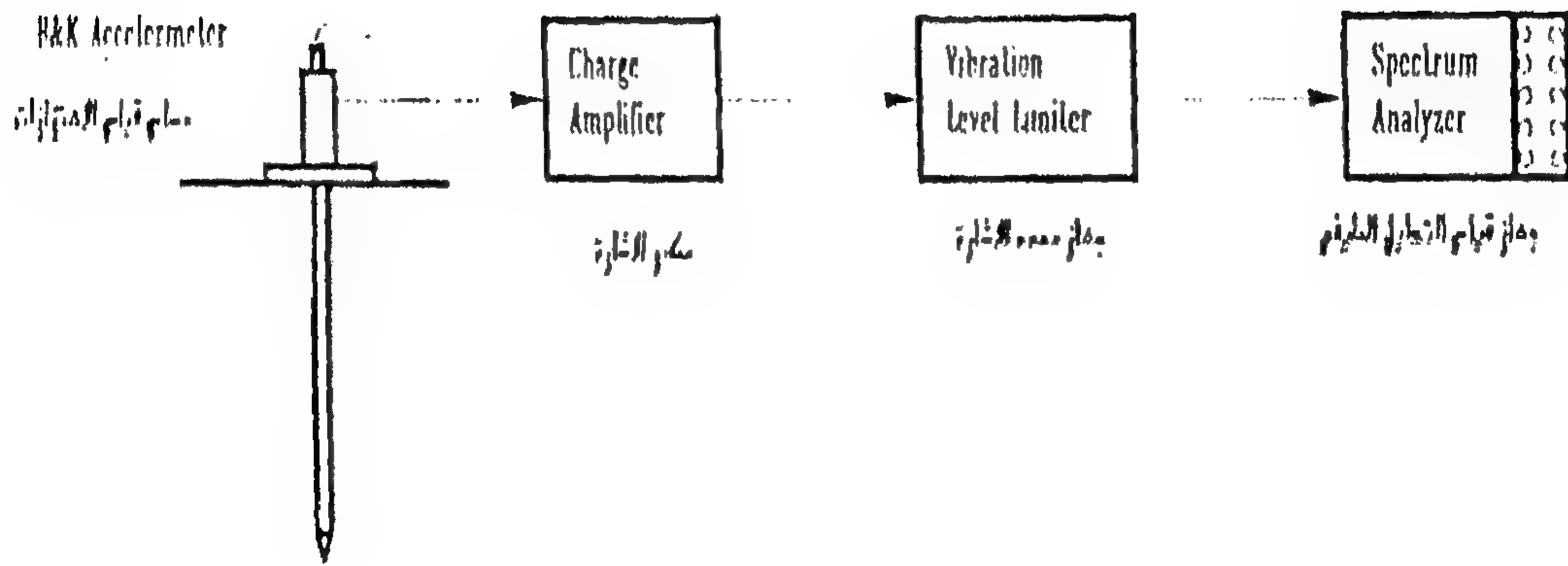
شكل (١). مخطط يبين أماكن تثبيت الحساسات عند نقاط القياس المختلفة

١. أن بعد نقطه القياس عن مركز الاهتزاز (مركز الخازوق) يساوي ١.٢٥ متر وهو بعد شائع في المراجع الخاصة بقياس الاهتزازات في أمثال هذه الحالات.

٢. وضع الحساس علي زاوية من الصلب ملحومة في ماسورة يتم دقها عند نقطة القياس، وقد صممت لذلك ماسورتان إحداهما بطول ٢ متر والأخرى بطول ٤ متر.
٣. تم تصميم موضع الحساس بحيث يمكن قياس الاهتزازات في الاتجاه الرأسي وفي الاتجاه الطولي للترعة و كذلك في الاتجاه العمودي علي محور التربة، حيث يمكن تثبيت الحساس بحيث يكون إتجاه القياس المطلوب مطابقاً للمحور المناظر لأقصى حساسية للجهاز.

وحيث أن عملية دق الخوازيق تتم علي مرحلتين: الأولى عبارة عن توسيع باستخدام زنبقة تنقيب و الثانية عبارة عن إنزال قالب الصب، فإنه يجب أن تتم القياسات أثناء كل مرحلة علي حدة حتى نتبين أسوأ ظروف تشغيل يمكن الوصول إليها .

أما قياس المستوي الكلي للاهتزازات فقد تم قياسه علي بعد ٠,٥ متر وكذلك ١,٢٥ متر من مركز الخازوق. وشكل (٢) يبين مخطط صندوقى لكيفية توصيل منظومة القياس باستخدام الأجهزة السابق الإشارة إليها.



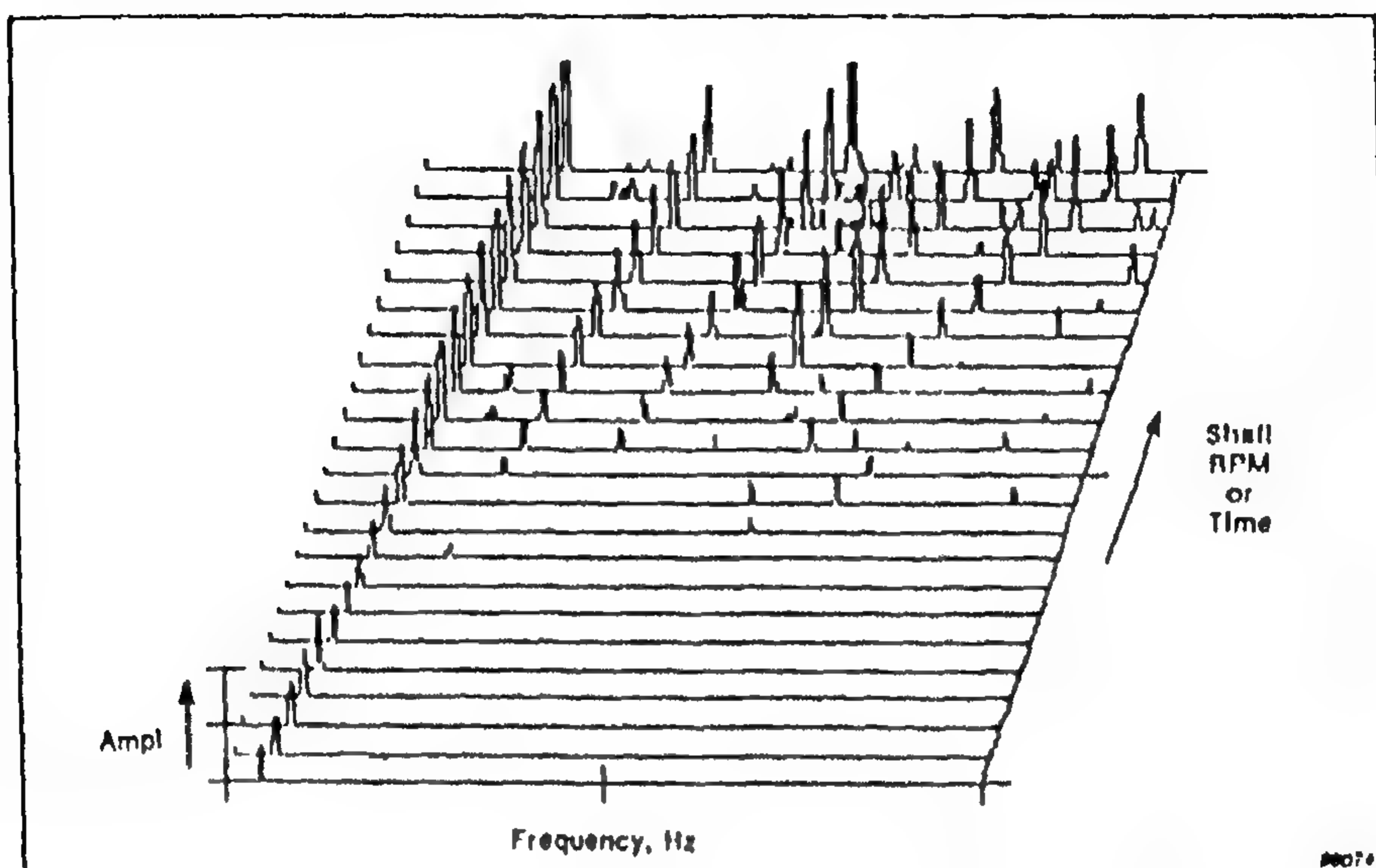
شكل (٢). المخطط الصندوقى لمنظومة القياسات الديناميكية المستخدمة في منطقة الاختبارات الأولى بالمرحلة الثانية

٣. التحليل الطيفي ثلاثي الأبعاد

لدراسة تأثير سرعة الماكينة (تردد الشاكوش الهزاز) علي الاهتزازات الناتجة التي تحدث في التربة، فإنه من المناسب استخدام خرائط التحليل الطيفي ثلاثية الأبعاد 3-dimensional spectral maps كتلك المبينة في شكل (٣) حيث يمثل المحور الرأسي يمثل سعة الاهتزازات Amplitude و الأفقي التردد Frequency و البعد الثالث هو الزمن الذي تحدث في خلاله الفترة العابرة المراد تحليلها، وهو أيضا يمثل تغير سرعة موتور الشاكوش الهزاز في هذه الحالة.

والميزة الرئيسية التي تتميز بها هذه الخرائط ثلاثية الأبعاد هو أنه يمكن تمييز الاهتزازات Vibration modes الناتجة عن سرعة أو تردد الشاكوش الهزاز و تلك التي تنتج عن ظهور رنين في المنظومة System resonance و بالتالي يمكن للمصمم أن يختار تردد الشاكوش بعيداً عن الترددات الرنينية التي تظهر وفي نفس الوقت يمكن التحكم في بارامترات الاهتزازات الناتجة مباشرة عن سرعة الماكينة حتى نصل إلي ظروف تشغيل مناسبة بحيث لا تؤثر علي سلامة الجسور في ترعه السلام.. فإذا كان الطيف Spectrum ذا أثر مائل بالنسبة للمحور الثالث فإن ذلك يكون

بتأثير السرعة أما إذا كان الأثر موازيا للمحور الثالث فيكون ذلك نتيجة للترددات الرنينية للمنظومة، وبالتالي يمكن تمييز ذلك بسهولة من خلال خرائط التحليل الطيفي ثلاثي الأبعاد السابق الإشارة إليها.



شكل (٣). خرائط التحليل الطيفي ثلاثية الأبعاد

وسوف نستخدم هذا الأسلوب في جميع التجارب التي سوف نقوم بها في الموقع إن شاء الله وذلك بجانب قياس المستوى الكلي للاهتزازات أثناء دق الخوازيق وقد استخدم جهاز التحليل الطيفي من شركة IIP لتسجيل سجل زمني كامل للاهتزازات خلال الفترة العابرة وعلى مدى زمن يمكن اختياره ثم يتم تخزين هذا السجل في ذاكرة الجهاز حيث يتم تقسيم هذا السجل إلى سجلات فرعية بواسطة نوافذ زمنية Time windows يمكن اختيار طولها. ثم يقوم الجهاز باستنتاج الطيف المناظر لكل نافذة ويقوم برصها الواحد تلو الآخر في خريطة التحليل الطيفي ثلاثية الأبعاد والتي تخضع فيما بعد للتحليل والاستنتاج.

٤. النتائج

قد تم تسجيل بعض النتائج أثناء عملية دق الزببة أو دق قالب الصب لعدد ٢ خازوق كما ذكر سابقاً، وخرائط التحليل الطيفي ثلاثية الأبعاد قد سجلت والأشكال المرفقة في ملحق (٢) يبين بعض العينات الخاصة بهذه الخرائط، أما النتائج الكاملة فقد تم تسجيلها على شريط فيديو، حيث يوضح ما تم بالموقع كما يحتوي على خرائط التحليل الطيفي التي تم الحصول عليها. وبدراسة هذه الخرائط أمكن التوصل إلى النتائج الهامة الآتية:

أولاً: سجلات خرائط الطيف ثلاثية الأبعاد: انظر ملحق (٢)

أ- القياسات في الاتجاه الرأسي

شكل (١) من ملحق (٢) يوضح طيف الاهتزازات في الاتجاه الرأسي عند إجراء التنقيب الابتدائي باستخدام زببة تنقيب للخازوق رقم (١) ووجد أنه يوجد تردد في المدى من ٧ إلى ٩ هيرتز (Hz)، كما وجد تردد رنيني آخر أقل في الشدة عند ١٧,٥ هيرتز.

ب- القياسات في الاتجاه الألفي

- ١- شكل (٢) من ملحق (٢) يوضح طيف الاهتزازات عند استخدام زلبة التنقيب الخاصة بالخازوق رقم (١) في اتجاه محور التربة ووجد أن الترددات الرئيسية الحرجة هي ١٥,٦٩ هيرتز و ٤٣,٨٨ هيرتز، والأخير أضعف في الشدة من الأول.
- ٢- شكل (٣) من ملحق (٢) يوضح طيف الاهتزاز عند استخدام زليه التوسعة الخاصة بالخازوق رقم (٢) حيث وجدت الترددات الرئيسية الآتية: ١٦,١ هيرتز، ٣٤,٥٥ هيرتز.
- ٣- شكل (٤) من ملحق (٢) يبين طيف الاهتزاز عند إنزال قالب الصب للخازوق رقم (٢) وهو تم تحديد الترددات الرئيسية الآتية: ١٥,٨٢ هيرتز، ٣٥,٤٤ هيرتز.
- ٤- شكل (٥) من ملحق (٢) يبين طيف الاهتزاز لنفس الحالة السابقة ولكن هذه المرة مع زيادة سرعة الشاكوش الهزاز ، بينما الحالات الأربع السابقة كانت تتم عند الإيقاف، حيث وجدت الترددات الرئيسية الآتية: ٢٨,١٤، ٥٧,٣٣، ٥٢,٤٦ هيرتز.

و يجب أن ننوه بأن جميع القياسات السابقة قد تم تسجيلها عندما كان الخازوق على عمق ١٢ متر من سطح الأرض، لأن الزلبة أو القالب كانت تغوص في التربة تحت تأثير وزن الشاكوش الهزاز دون استخدام الذبذبات حتى يصل إلى حوالي ١٢ متر فيتم التشغيل وجميع القياسات و الأرقام السابقة الذكر تم تسجيلها مباشرة من على شاشة الجهاز أثناء إجراء التجارب، وقد قررنا إجراء ذلك نظرا لصعوبة التصوير الدقيق للنتائج في الموقع حيث تكون الشمس ساطعة و شدة الإضاءة عالية.

ثانيا: سجلات المستوى الكلي للاهتزازات

تم قياس المستوى الكلي للاهتزازات عند نقطه قياس على بعد ١,٢٥ متر من مركز الخازوق و أثناء إنزال قالب الصب للخازوق رقم (١) حيث سجلت سرعة الاهتزازات ووصلت قيمتها ١٥ ملليمتر/ثانية RMS و تعتبر النتيجة أقل من نصف القيمة المسموح بها في مثل هذه الحالات.

تم قياس المستوى الكلي للاهتزازات عند نقطة قياس على بعد ١,٢٥ متر من مركز أحد خوازيق الروبيرات ويقع على الجانب الآخر من منطقة الأرصاد المكثفة و على بعد حوالي ٠,٥ متر من صف خوازيق الاستقرار حيث لوحظت مدى قوة الجسر إذا قورن بخط الخوازيق المجاور للترعة مباشرة.

- أقصى سرعة للاهتزازات في الاتجاه الطولي للترعة عند بدء التشغيل و أثناء دق زلبة الروبير تساوى ٢٦,١ مم/ثانية.
- أقصى سرعة للاهتزازات في الاتجاه الطولي للترعة عند الوصول الى العمق المطلوب والإيقاف تساوى ١٨ مم/ثانية.
- أقصى سرعة للاهتزازات في الاتجاه الراسي عند دق نفس الزلبة يساوى ١٠ مم/ثانية.
- تم قياس المستوى الكلي للاهتزازات عند دق قالب الصب لنفس خازوق الروبيرات و على بعد ١,٢٥ متر فوجد أن أقصى سرعة للاهتزازات في الاتجاه الطولي للترعة تساوى ١٠,٥ مم/ثانية. أقصى سرعة للاهتزازات في الاتجاه العمودي على التربة تساوى ٣,٥ مم/ثانية. أقصى سرعة للاهتزازات في الاتجاه الراسي تساوى ٤,٥ مم/ثانية.
- تم قياس المستوى الكلي للاهتزازات لنفس الحالة السابقة و على بعد ٢,٥ متر فوجد أن أقصى سرعة للاهتزازات في الاتجاه الطولي للترعة تساوى ٢,٥ مم/ثانية. أقصى سرعة للاهتزازات في الاتجاه العمودي على التربة تساوى ١,٥ مم/ثانية. أقصى سرعة للاهتزازات في الاتجاه الراسي تساوى ١,٢٤ مم/ثانية.

بحساب التردد الرينى للشاكوش الهزاز نفسه وجد أن قيمته تساوى ١,٧٨٤ هيرتز.

وبمقارنة هذه القيمة بالترددات الرئيسية التى سبق الحصول عليها نجد أنه لا يوجد أى تطابق فيما بينها الأمر الذى يؤكد أن التردد الرينى للشاكوش الهزاز نفسه ليس له علاقة بالترددات الرئيسية التى حصلنا عليها سابقا، وبذلك فإنه يستبعد من الحسابات كسبب مباشر فى شدة الاهتزازات.

التردد الرئيسي للشاكوش الهزاز

قد يتبادر إلى الذهن أن التردد الرنيني للشاكوش الهزاز نفسه من المحتمل أن يكون متطابقاً مع أحد الترددات الرنينية التي سبق الحصول عليها. وإذا حدث هذا فإن تصميم الشاكوش الهزاز يكون في حاجة إلى تعديل. لذلك فيجب علينا حساب قيمة التردد الرنيني للشاكوش الهزاز نفسه للتأكد من أن قيمتها لا تكون السبب المباشر في اهتزاز التربة بطريقة غير مرغوب فيها.

وفيما يلي نورد طريقته حساب التردد الرنيني للشاكوش الهزاز نفسه من خلال عرض التوصيات والخلاصة.

٤. التوصيات والخلاصة

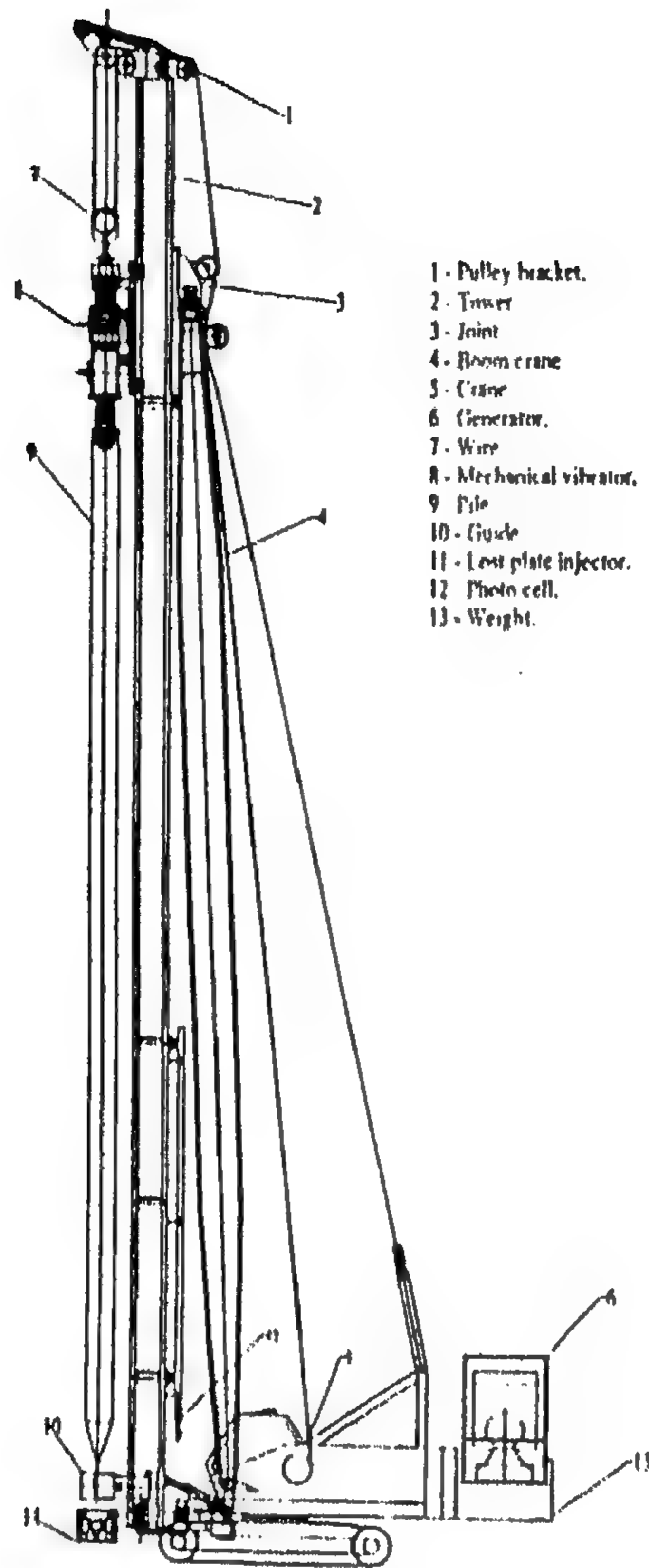
بالإشارة إلى الترددات الرنينية الحرجة التي سبق الحصول عليها فأنه من الواضح أن قيمتها تقع في النطاقين من (١٤-١٦) هيرتز (٣٣-٣٦) هيرتز وقد لوحظ أيضاً أن اتساع الطيف لم يتجاوز ثلاث سجلات متتالية، الأمر الذي يمكننا من تحديد نطاق الترددات المحظورة بقيمة ٢٥% من التردد الرئيسي وبذلك فإن تردد الشاكوش الهزاز يجب أن يكون أقل من ٧٥% من التردد الرنيني أو أكبر من ١٢٥% من ذلك التردد وباعتبار التردد الرنيني في النطاق المنخفض ١٦ هيرتز على أسوأ تقدير فإن تردد التشغيل يمكن أن يكون أقل من ١٢ هيرتز أو أكبر من ٢٠ هيرتز وكذلك أيضاً باعتبار التردد الرنيني في النطاق الثاني ٣٣ هيرتز فإن تردد التشغيل يمكن أن يكون أقل من ٢٥ هيرتز أو أكبر من ٤١ هيرتز تقريباً ومن ثم فإننا نرى أن:

- تردد تشغيل الشاكوش الهزاز المستخدم (٢١ هيرتز) تعتبر مناسبة تماماً لأعمال تنفيذ الخوازيق بهذا الموقع.
- يجب أن يتم تشغيل موتور الشاكوش الهزاز و الوصول إلى سرعته القصوى قبل أن تتلامس زببة التنقيب الابتدائي أو كعب قالب الصب مع التربة. وإذا توقفت الماكينات أثناء إنزال الزببة أو قالب الصب قبل الوصول إلى العمق المطلوب فيجب أن يتم شد الزببة أو قالب الصب إلى أعلى بمسافة مناسبة ثم يتم إعادة تشغيل موتور الشاكوش الهزاز حتى يصل إلى السرعة القصوى مرة أخرى ثم يستأنف الإنزال.
- يجب أن يتم مراقبة هذه الظروف من قبل طاقم الأشراف بالموقع و بكل دقة.
- يجب تكرار القياسات و الأرصاد السابقة الذكر في مناطق الأرصاد المكثفة و المحددة سلفاً حتى يتم التأكد من ظروف التشغيل المناسبة في كل منطقة من مناطق الموقع بالبرين الأيمن والأيسر.
- يجب مراقبة حالة الجسر أثناء التنفيذ في حالة حدوث أي ظواهر غير طبيعية قد تؤثر على سلامة الجسر.

قائمة المراجع

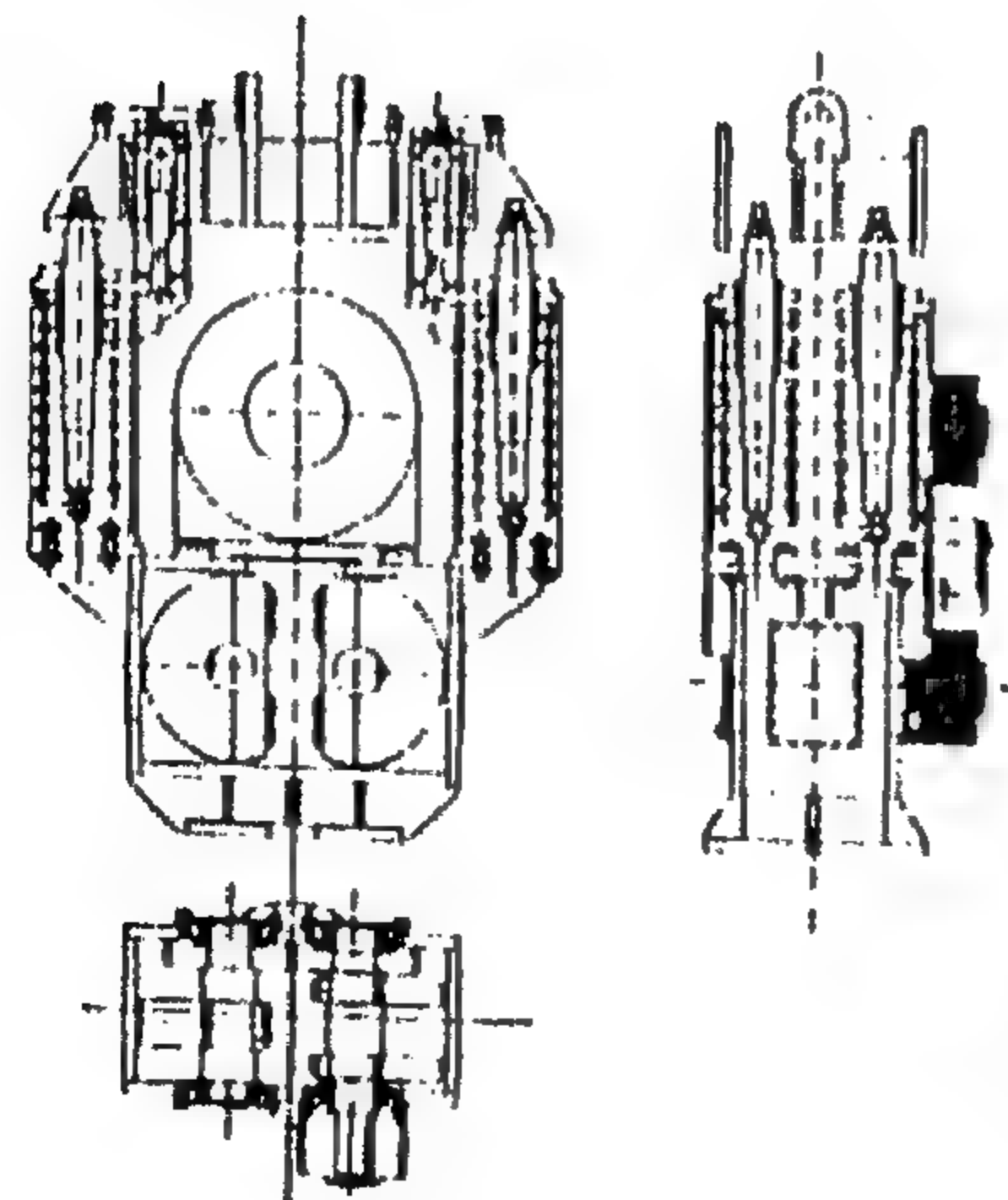
- ١-Bowles, J.E, (١٩٩٩), "Foundation Analysis and Design", McGraw Hill, Inc., ٥th Edition, New York.
- ٢- IMECO Company, Austria (٢٠٠٠), Specialist in Manufacturing Pile Driving Vibrators.
- ٣-Prakash, S. and Shartna, H.D., (١٩٩٨), "Pile Foundations in Engineering Practice", John Wiley & Sons, Inc., New York,
- ٤-Pun, V.K. and Prakash, S., (١٩٩٢), "Observed and Predicted Response of Piles Under Dynamic Loads", ASCE, Geotechnical Special Publication No.٣٤, pp.١٥٣-١٦٩, Edited by S.Prakash, New York.
- ٥-Richart, I.K.E.; Hall, J.R. and Woods, R.D., (١٩٩٩), "Vibrations of Soils and Foundations", Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- ٦-Terwighi, K. and Peck, R., (١٩٦٧), "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley & Sons Inc., New York.

ملحق (١)



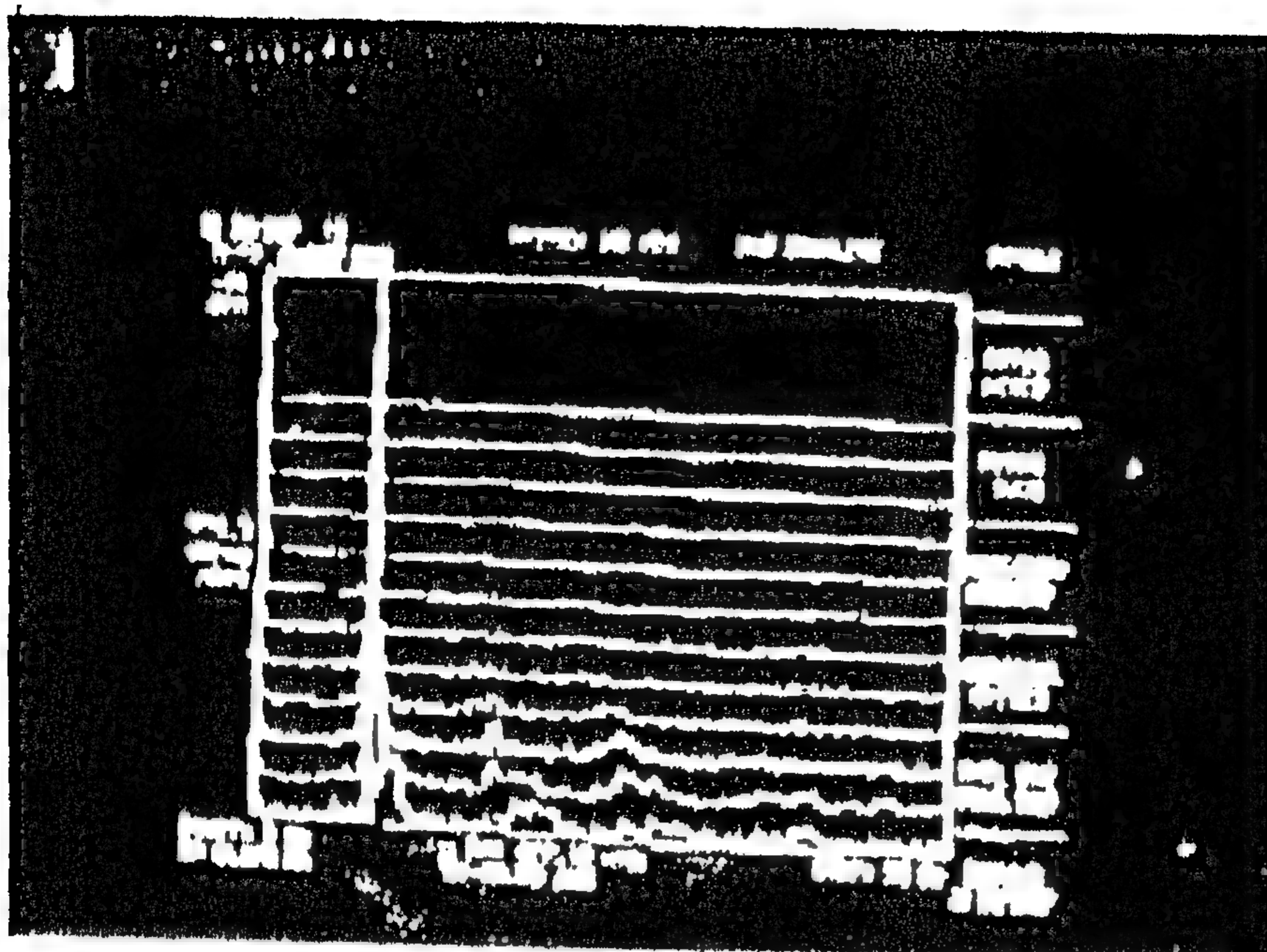
- 1 - Pulley bracket.
- 2 - Tower
- 3 - Joint
- 4 - Boom crane
- 5 - Crane
- 6 - Generator.
- 7 - Wire
- 8 - Mechanical vibrator.
- 9 - Pile
- 10 - Guide
- 11 - Lead plate injector.
- 12 - Photo cell.
- 13 - Weight.

Piling Equipment Machine

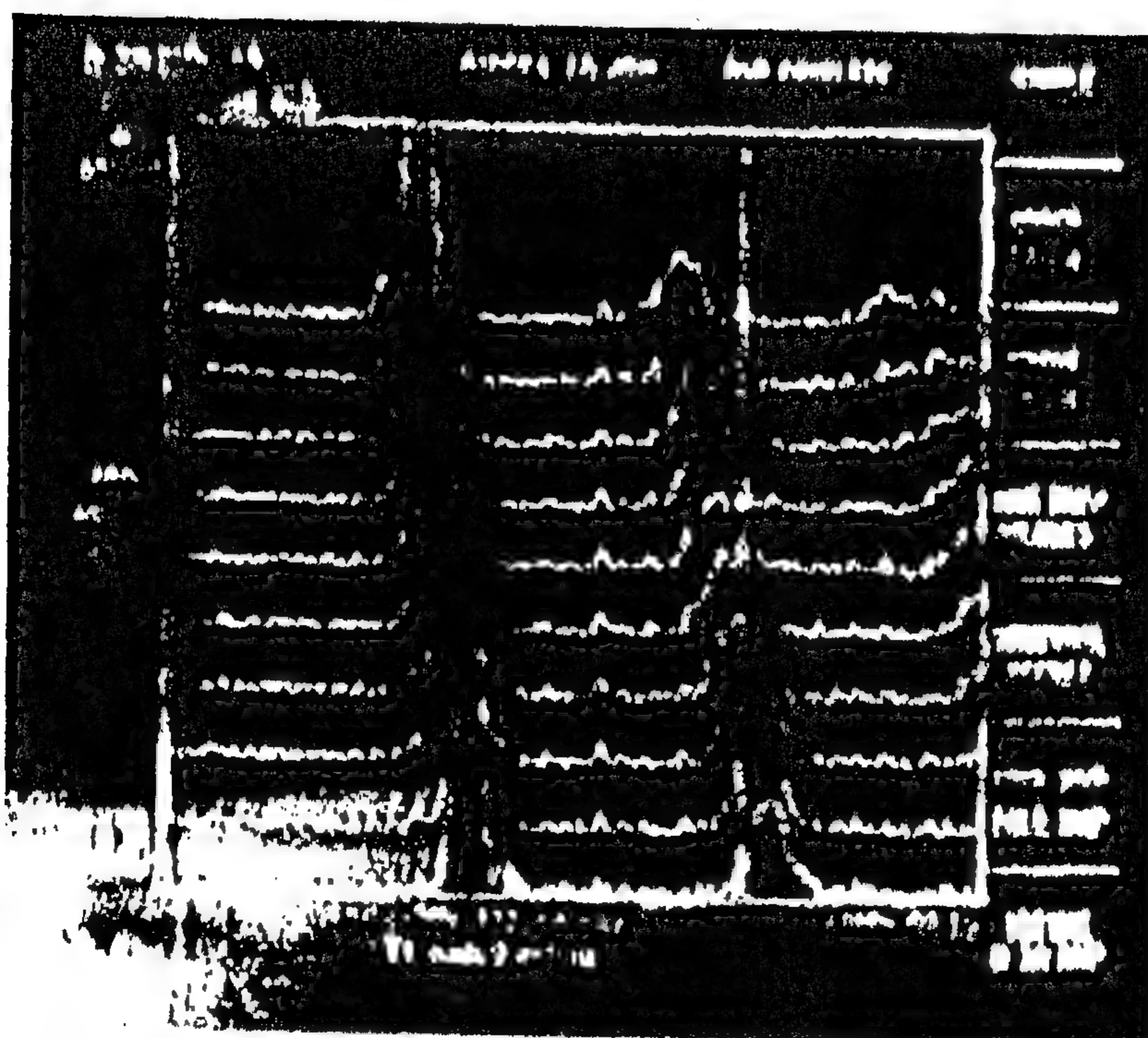


مقطع في الشاكوش العزاز

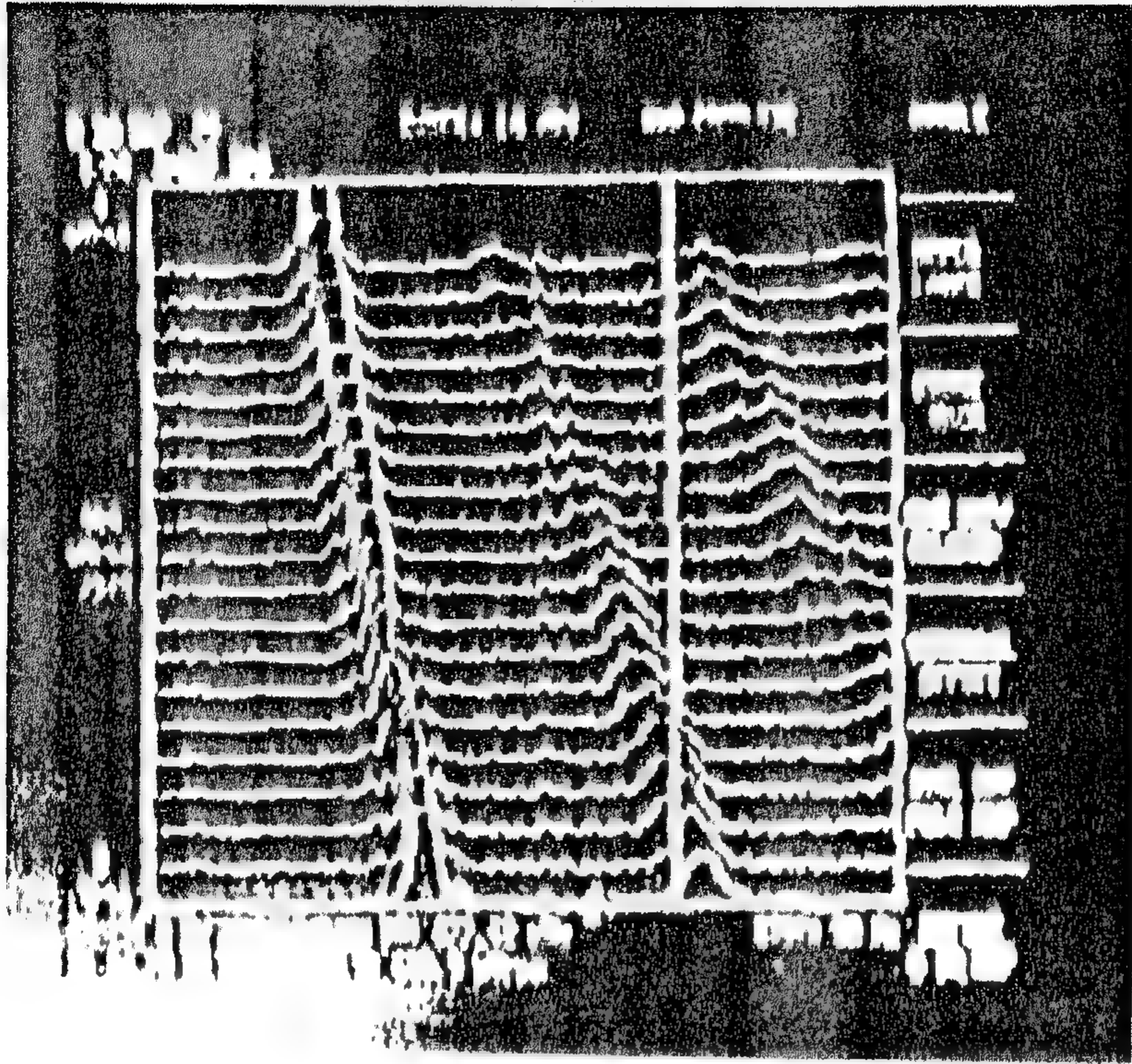
ملحق (٢):



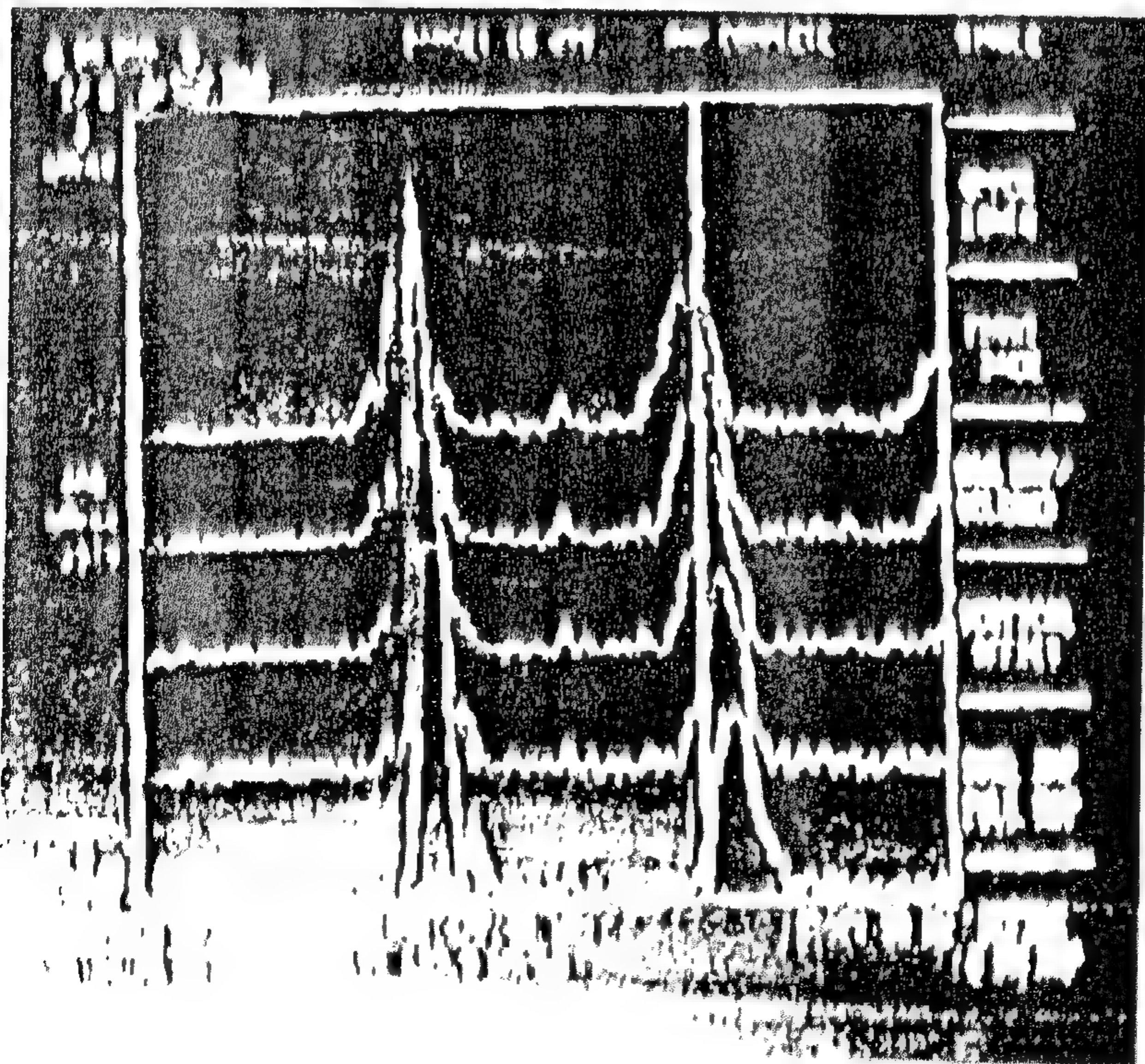
شكل (١) طيف الاهتزازات في الاتجاه الرأسي



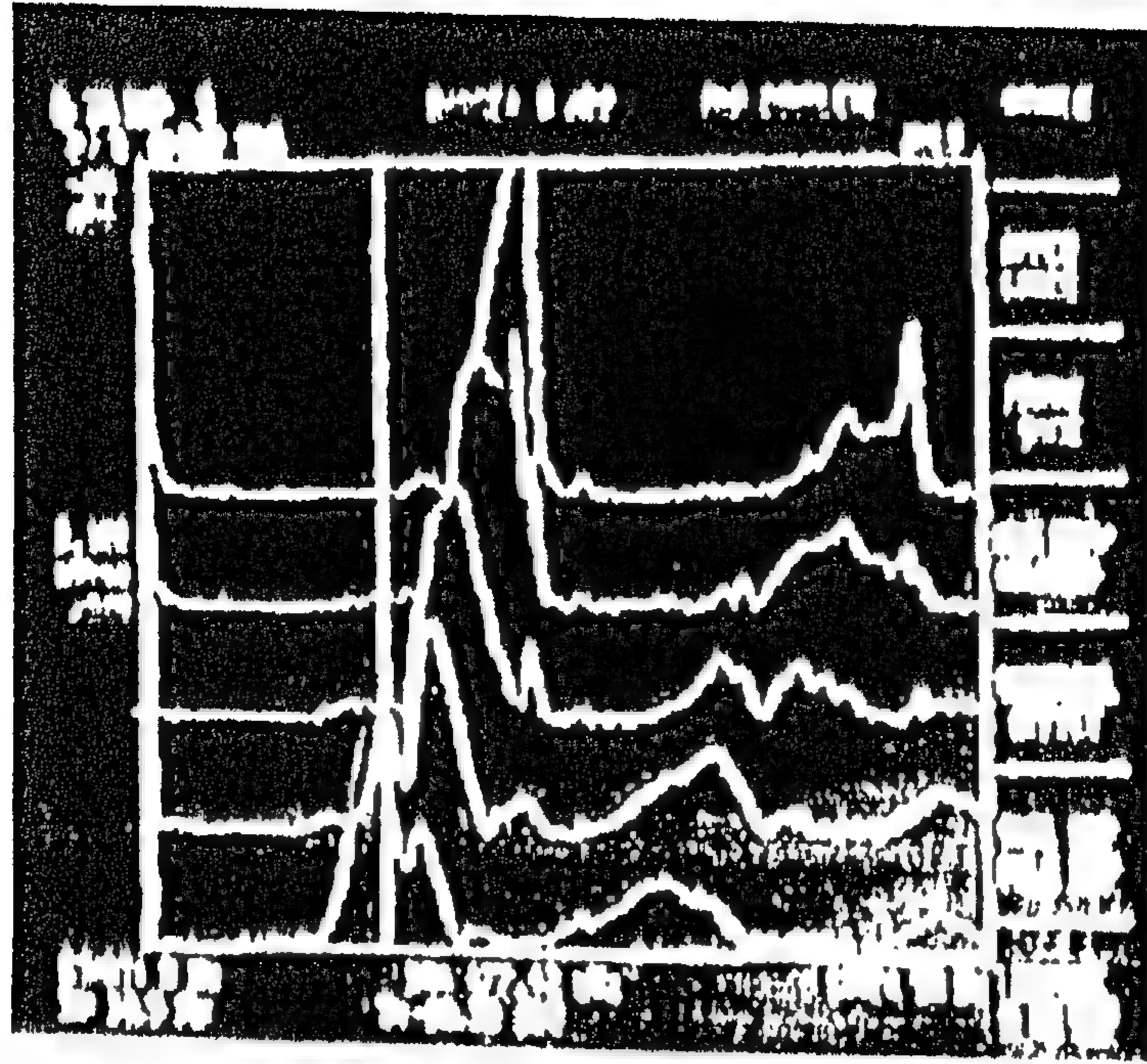
شكل (٢) طيف الاهتزازات عند استخدام زنبة التنقيب الخاصة بالخازوق رقم (١)



شكل (٣) طيف الامتزازات عند استخدام زنية التتويج الابتدائي الخاصة بالخازوق رقم (٢)



شكل (٤) طيف الامتزازات عند ازالة قالب الصب للخازوق رقم (٢)



شكل (٥) طيف الاهتزازات عند استخدام زنبقة التنقيب الابتدائي الخاصة بالخازوق رقم (٢) مع زيادة سرعة الشاكوش الهزاز



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

2/2

مشروع تصميم وتصنيع واختبار الدوائر المتكاملة

أستاذ دكتور / عوض مختار هلو ده
أستاذ دكتور / فوزى إبراهيم

INTEGRATED CIRCUIT DESIGN, FABRICATION AND TESTING

By

Dr. A. Mokhtar Hallouda
Dr. Fawzy Ibrahim

Dr. Atalla I. Hashaad
Eng. Khaled M. Morsy

Dr. Khaled A. Shehata
Eng. Ehab Adly

ABSTRACT

The objectives of this project are establishing a nucleus of a design center for VLSI technology applications, building up professional experience of EDA software packages and experiencing the design flow starting from design specs to prototype testing. To achieve these objectives, a simple calculator is chosen as a pilot project. It performs the basic arithmetic operations (addition, subtraction, multiplication, and division).

The design steps for each of the calculator modules are: input/output assignment, control signals definition, problem solution algorithm, design partitioning and structuring, function simulation and finally module encapsulation. The design synthesis is done based on Mentor Graphics EDA tools. The target technology is AMS CMOS 0.8 μm . The implemented chip is fabricated at the manufacturer plant (Fraunhofer IIS-A). The silicon area of the fabricated chip is 10 mm^2 . The maximum operating frequency is 25 MHz.

The calculator PCB is designed and produced according to the pin layout of the fabricated chip, keypad and the LCD. The assembled prototype passed the function tests and ready for mass production.

1 - INTRODUCTION:

The chosen project (*Calculator Design, Implementation, Fabrication and Testing*) is a technology demonstration project. Through the steps of implementing this project, all factors that lead to the success of the design center are practiced. The calculator specifications are well defined. The whole project has been divided into eight main modules as shown in the simplified block diagram of Fig. 1. Each module is divided into sub-modules, each sub-module is divided into sub-sub-modules and so on. The design is a hierarchical one. Each module in this hierarchy has its own specified architecture and input/output ports as will be discussed in details in the calculator architecture section.

2 - THE DESIGN FLOW:

The usual design flow of such a big project is to start with the specification of the whole project and partition the project into main modules. Some of these modules which are the KEYPAD and the LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD) will be

outside the Application Specific Integrated Circuit (ASIC) chip and the design flow is as follows:

- The interfaces of these modules with the ASIC Chip are well specified.
- the ASIC Chip is partitioned into sub-modules and this is what is called TOP-DOWN design and BOTTOM-UP implementation methodology.
- The simulation output is compared with the specification of the sub-module and iterations are performed until the objective and satisfactory simulation results are reached.
- The integration of the sub-modules is performed to reach the planned module specifications. After the design and simulation phases of all modules have been done, the integration of all modules is performed to produce the desired chip. The simulation of the whole ASIC Chip is completed.
- A test bench is written in VHDL to do exhaustive test of the ASIC Chip associated with its input/output interfaces. Some test points in the critical paths of the design were added to the input/output ports for the purpose of fault diagnoses of the prototype.
- The schematic of the designed chip along with the input/output pads is then translated into a layout. The DESIGN RULE CHECK (DRC) is performed to meet the fabrication plant production specifications (AMS CMOS 0.8 μm technology). This check prevents any violation of the geometrical specification supplied by the fabrication foundry. The LAYOUT VERSUS SCHEMATIC (LVS) check is also performed to make sure that the AUTOMATIC LAYOUT GENERATION (ALG) is done correctly.
- The parasitic extraction is done to extract the layout parasitic capacitance and resistance added to the design due to the interconnects. The post layout simulation is performed after adding all parasitic components to study their effects on the chip performance.
- In order to compensate for the added delay due to the parasitics, some modifications for the critical modules are done.
- After satisfactory accepting the behavior of the circuit, the layout is translated into the GDSII format, which is accepted and understood by the fabrication foundry. The design is fabricated on the run of March 2000.
- During the fabrication time, the design and fabrication of the Printed Circuit Board (PCB) that contains the chip along with the keypad and the LCD is done.
- The hardware test setup of the calculator is defined. After receiving the fabricated chip, the integration and testing of the calculator is done and passed the acceptance test.

3 – THE CALCULATOR ARCHITECTURE:

The calculator consists of three main parts. The first part is the Keypad. It consists of four columns and six rows. The pressed Key will connect the row

number m with the column number n . The Keypad can contain up to 24 keys. These keys are ten for the numbers from 0 to 9, one for the decimal point, four for the +, -, \times , / functions, = and the +/- key. The second part is the LCD. According to the Data sheet of the chosen LCD, its driver module is built as a part of the Chip. The last part is the ASIC Chip. It has been partitioned into six main modules as shown in Fig. 2. The following subsections explain these modules in detail.

3.1 INPUT CIRCUIT

Input circuit module, as shown in Fig. 3, is the chip interfacing with the keypad through the PCB. It feels the pressed key through its row and column and then encode it into Binary Coded Decimal (BCD). The circuit operation depends on scanning the buttons of the keypad. When there is no button is pressed, the no operation is encoded and a zero is displayed. When the scanning circuit feels a button is pressed the input circuit will detect that button. The output of this circuit shows if the pressed button is a digit (0 to 9) or an operation (-, / , \times , + , C , AC , decimal point).

When a digit is pressed, a counter will start counting indicating that this is the first pressed digit. This counter prevents entering more than eight digits per operand. A de-bounce sub-module is implemented to prevent duplicating the pressed key. When an operation is pressed (except the decimal point) the counter is cleared to start counting the number of digits of the second operand.

The pressed key will connect one of the matrix columns to one of its rows. When any key is pressed, a 6 to 3 encoder will give a key detect signal to the de-bounce module. The de-bounce module will detect if the pressed key is a data or operation and output either a data latch or operation latch, to enable the next stage to receive the coming data.

3.2 CONTROL UNIT:

The main controller controls all the operations of the calculator. Also, it contains the status register that holds and memorizes the states of all the calculator modules. The structure of this module, as shown in Fig. 4, contains the following sub-modules:

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|----------------|
| 1. Signal router module | 2. Shifter | 3. Control (1) |
| 4. Clock block | 5. Fraction controller. | |

1. Signal router module:

It routes the 4 bit digit results from the divider, multiplier, and adder/subtractor outputs to the input of the result register D. The routing occurs according to the start-division, start-multiplication and start-addition signals respectively. It also routes the resultant fraction and the resultant sign to the output register according

to the operation being processed. Also it routes the entered digits from the keypad to the output register to be displayed during the entry mode.

2. Shifter:

The shifter circuit is responsible of the shift left or shift right for all input and output registers. During data entry the data is shifted left in the input register. During operation process the data is shifted right from the input registers to the ALU module.

3. Control (1):

The control (1) module generates the control signals to all the calculator modules. It generates the start_divide / start_mult / start_add signals for the divider, multiplier, and adder/subtractor according to the operation processed. It also generates the CLEAR signal to all registers according to the END flag from all the operating ALU modules. It contains the status register that decides during data entry, which one of the two operands is being entered. According to that it activates the first operand or the second operand register.

4. Clock block:

The clock block is responsible of generating a clock signal for each register. During multiplication operation the clock frequency of register B is one eighth that of the register A. This enables each digit of B to be multiplied by all digits of A. In addition operation both A and B clocks are equal. We have only four register modules in the whole design. During the multiplication process, two registers are cascaded as a result register and the other two registers hold the two operands A and B. During the division process we have only one register as an output register and the other three registers act as input registers. While during addition operation the C register is not used and only three registers are used A, B and D.

5. Fraction controller:

The fraction controller is responsible of calculating the resultant fraction according to the input fractions. During multiplication it adds the number of fraction digits in both operands. In addition operation the resultant fraction is the larger one with aligning the other register fraction, and so on. It also detects if either operand has a zero fraction to be used by the other modules.

Finally, the main controller is the module which routes the signals among all modules and controls their operation.

3.3 ARITHMETIC LOGIC UNIT (ALU):

The arithmetic and logic unit, as illustrated in Fig. 1, consists of three main modules: the adder/subtractor circuit, multipliers circuit and divider circuit.

1 - ADDER / SUBTRACTOR CIRCUIT:

The adder/Subtractor circuit is a part of the ALU module shown in Fig. 5. It handles both addition and subtraction operations.

The adder / Subtractor circuit inputs are the operand A (4 bit), operand B (4 bit), sign of operand A, sign of operand B and the three bit fraction of both operand A and B. This fraction contains the binary number that represents the position of the decimal point of each operand.

When the decimal point is pressed through the keypad, a fraction counter starts counting the number of fraction digits in each operand and it is incremented each pressed digit. The adder starts adding the two operands digit by digit (4 bit by 4 bit). The alignment operation is processed in the module simply by calculating the number of fractions in both operands, then comparing them.

If operand A fraction is greater than operand B fraction, a zero is added with the least significant digit (LSD) of operand B. In this case the contents of the register B is shifted right by one digit while the contents of the register A is unchanged. The number of fractions of operand B is decremented one, then compared again with that of operand A. If still number of fractions of operand B is greater than that of operand A, the previous cycle is repeated until a condition is reached where both fractions are equal. In this case the alignment is completed and both operands are shifted simultaneously right in their registers.

The shifting clocks of both registers are the same. The shifted digits are applied to a one digit add / subtract module which perform addition or subtraction according to an add / sub control signal. The carry out of the adder is added again with the next coming two digits.

The adder controller module controls the whole operation of the add / subtract module. It also computes the sign of the result in case of subtraction and generates a control signal to the adder to perform 10s and 9s complement of the result. It finally senses all the operations performed during the addition and subtraction and generates a clock signal for the output register to latch the result. At the end it generates an end signal sent to the main controller when the add / subtract operation is completely done.

2 - THE MULTIPLIER MODULE:

The circuit diagram of this module is shown in Fig. 6. It performs the multiplication process according to the following steps:

- 1) Binary multiplication digit by digit.
- 2) Transforming the results into decimal numbers.
- 3) Generating two different clocks for the input and output registers.
- 4) Adjustment of the 16-digit result for the display.
- 5) Generating the resultant decimal point position.
- 6) Generating End signal at the end of the multiplication process.

These five steps are performed as follows. The two operands are stored in the input registers. The multiplier generates two different clocks. The register A clock is eight times faster than the register B clock. This allows multiplying each digit of the multiplier by each digit of the multiplicand. Also the shifted multiplier digits are cycled again in the same register to be ready for multiplication by the next digit of the multiplicand. The multiplicand are not cycled back to the register.

The one digit multiplier performs the function $(A \times B + C)$. It multiplies the multiplier by the multiplicand digits and adds the carry out of the previous operation. Then shifts the resultant digit into the result register and routes back the carry to be added with the next resultant multiplication.

The result of multiplying digits is binary since we are using binary multiplier. So, transformation from binary numbers into decimal numbers is performed digit by digit right after the multiplication process.

The clock generator of the multiplier generates two different clocks. The first is applied to the multiplicand register while the second is applied to the multiplier register. The former is eight times faster than the second. This allows multiplying each digit of the multiplier by each digit of the multiplicand (8 digits).

The whole operation will take 64 clocks (8×8). These clocks are multiplexed at the inputs of the input registers and controlled from the main controller. The result of the multiplication process is a 16 digit shifted into two registers cascaded together.

At the end of the multiplication operation, the shift process starts to adjust the most significant 8 digits into the register which is connected to the display unit.

At the end, the position of the decimal point has to be calculated. The decimal points positions of both the multiplier and the multiplicand are added together to get the decimal point position of the result.

The last operation is the decision according to decimal point position related to the number of digits in the result. If, for example, the result is 12 digits and the decimal point position is 7, the shift logic will shift the result 4 shifts (4 clocks).

In this case the result register will display 8 digits, 5 integers and 3 fractional digits while the least significant 4 digits are neglected (truncation process). But, if the number of integers in the result is more than 8 digits, the overflow flag is raised and the multiplication operation is stopped while E will appear on the LCD display indicating that an error occurred.

At the end of the whole multiplication process, the multiplication controller sends an end message to the main controller to enable the input circuit to accept a new operation or new operands for the next operation.

3 - THE DIVIDER MODULE:

The division operation is performed using multiple subtraction operations. When we perform $A \div B$, first we subtract the most significant digit of B from the most significant digit of A and check that the result is positive or negative. If the result is

positive we increment a counter by one and perform the subtraction process again until we get a negative result. The circuit diagram of this module is shown in Fig.7. The maximum number of subtraction times will be nine times. The first step of the division process is the alignment of both operands so that the most significant digit in each operand is in the most left side in its input register. Each time we align an operand we increment the position of its decimal point and push zero in the least significant digit of its input register. After alignment, the subtraction operation starts.

The maximum number of subtraction times will be nine times / digit which are totally $9 \times 8 \text{ digits} = 72$ subtraction operations. Each subtraction operation takes 8 clocks so the total number of clocks required to perform a division operation will be $72 \times 8 = 576$ clocks.

When using 2 MHz clock, the total time is $576 \times 0.5 \text{ usec} = 288 \text{ usec}$ which is about a quarter of millisecond. It is important to mention that the division operation is the longest operation to perform. All other operations (Multiplication, addition, subtraction) take much less time than this time.

The division operation starts by comparing A and B, if $A > B$ then start subtracting, else if $A < B$ then A is shifted left one digit and the most significant digit of B is subtracted from the most significant two digits of A. The subtraction process continues again and each time the counter is incremented by one until the subtraction result is negative, the contents of the counter is shifted into the result register. Then the counter is cleared and the operand A is shifted left in the register. Now, the circuit is ready for the next subtraction operation, and so on. A division controller circuit is used to control all the division operations.

If we are dividing by zero, the controller generates an overflow flag, stops all operations and displays E on the LCD display. The end of the division operation will be reached in one of two cases: First, the divisor A becomes zero. Second, the resultant digits are more than eight. Either one of these two cases is reached, the end will be flagged to the main controller to release the input registers for the next operation.

3.4 – INPUT/OUTPUT REGISTERS:

It contains all the input, output and swap registers as shown in Fig. 8.

3.5 - LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD) DRIVER :

It consists of two main sub-modules, as shown in Fig. 9, namely one digit module and a decimal point module. It has three input busses that specify the displayed number which are digit, fraction and sign. It translates the BCD number to a train of pulses to scan the seven segments of the displayed digits. It consists of eight copies of the one digit module, the decimal point module, decoder and finally a clock divider. The last divides the scanning time into 6 intervals. Each interval corresponds to a segment in the LCD.

The function of the one digit module is to translate the 4 bits of the BCD number into 7 segments. According to the characteristic of the LCD, each of the segments enables a pulse with the corresponding time interval. The circuit supports the capability of blinking the zero values on the right of the displayed number.

4 - CONCLUSION

The objectives of this project are satisfied as follows:

- A nucleus of a VLSI design center is established including hardware and software EDA packages.
- A team of 6 professional experts of EDA Software Packages (4 Ph. D and 2 Engineers) are ready now to implement any assigned task from customers or industry.
- Success to go through the whole design, simulation, fabrication and testing processes from design specs to the prototype as follows:
 - Specification determination.
 - Design partitioning.
 - Design and simulation of all modules.
 - Integration and function testing.
 - Layout and parasitic extraction.
 - Communication with ASIC foundries
 - Fabrication

5 - REFERENCES

1. M. Morris Mano, "Computer System Architecture, (Third Edition)," Prentice Hall, 1993
2. David A. Patterson, J. L. Hennessy, "Computer Organization and Design (Second Edition)," Morgan Kaufmann Publisher Inc., 1998.
3. Floyd, "Digital Fundamentals (Seventh Edition)," Prentice Hall, 2000
4. David A. Bell, "Solid State Pulse Circuits (Fourth Edition)," Prentice Hall, 1999.
5. John F. Wakerly, "Digital Design Principles & Practice (Second Edition)," Prentice Hall, 1994.
6. N. Weste & K. Eshraghian, "Principles of CMOS VLSI Design," Addison Wesley, 1992.

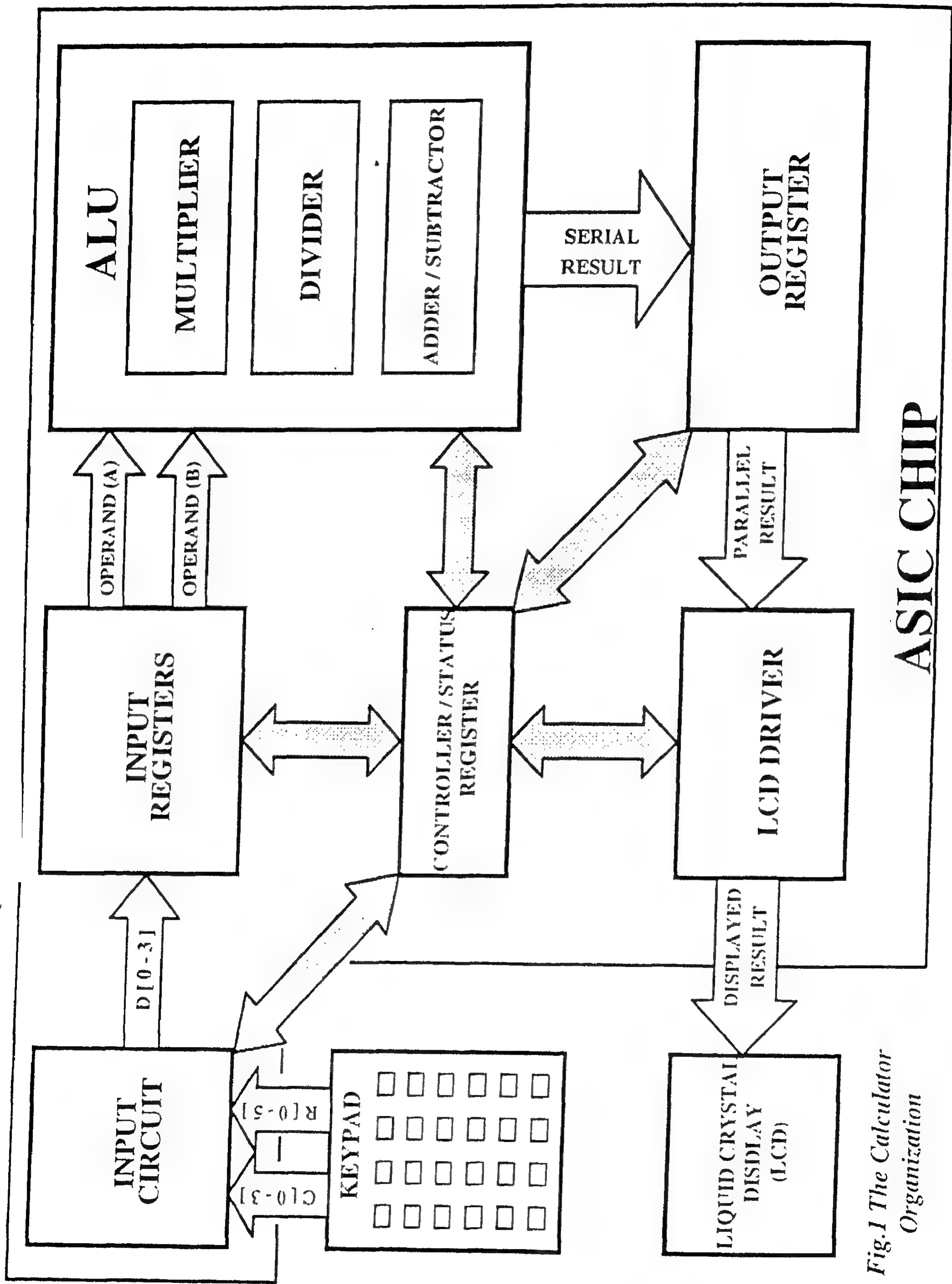


Fig.1 The Calculator Organization

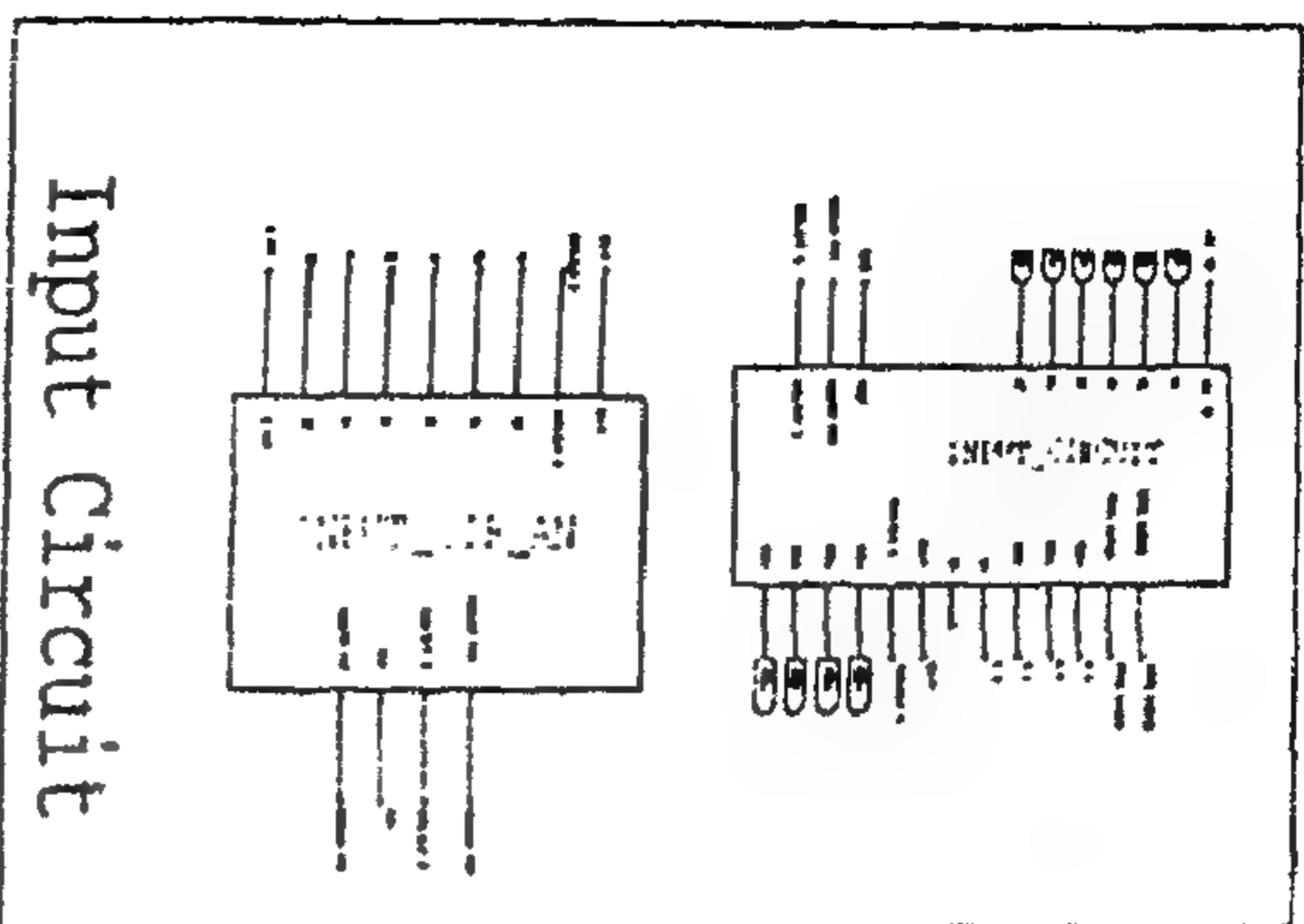
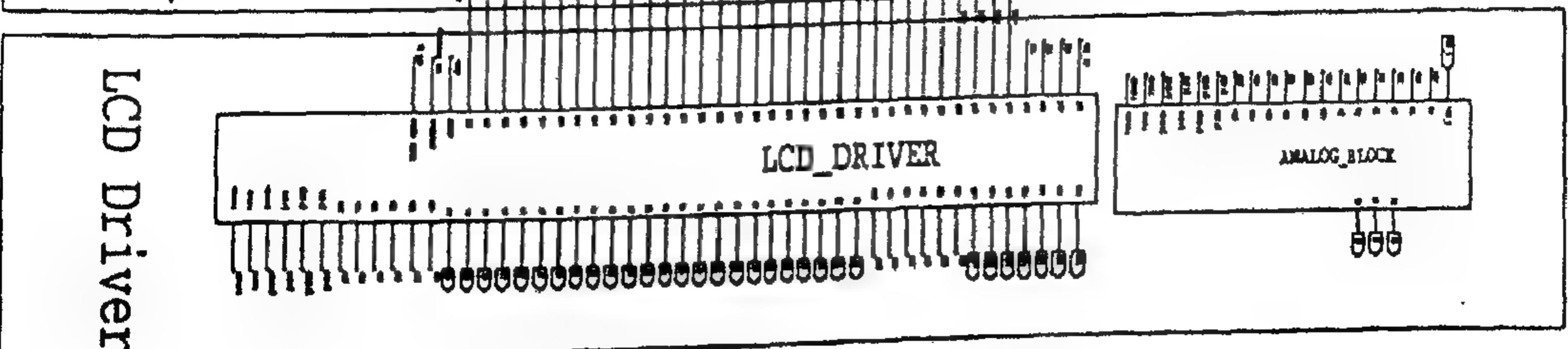
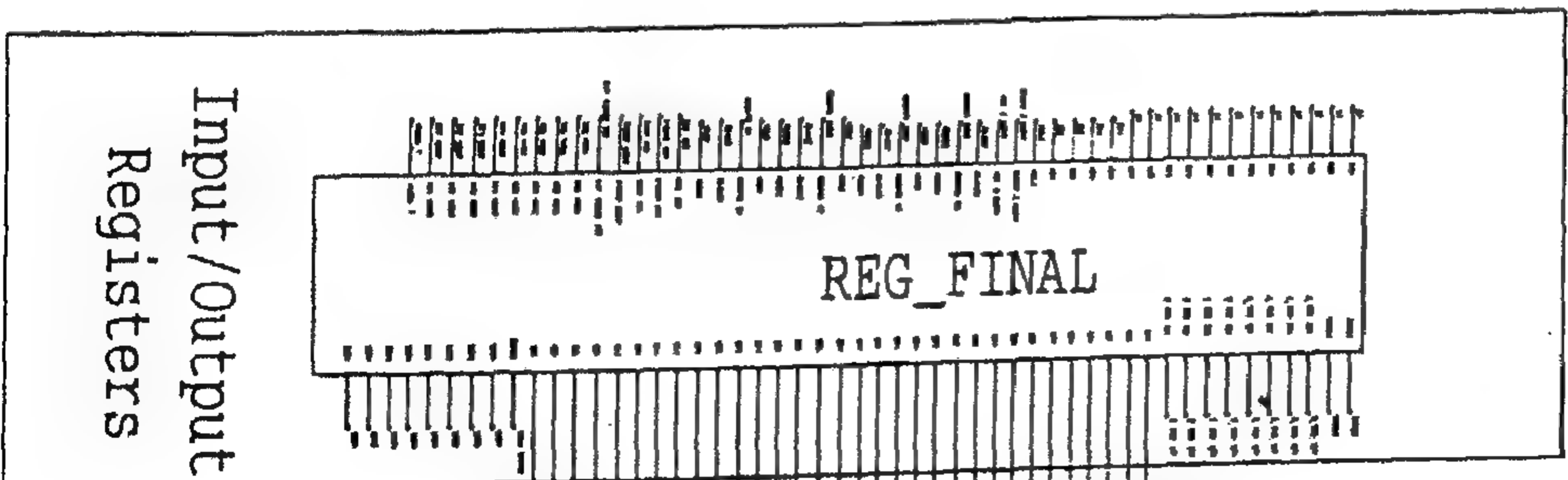
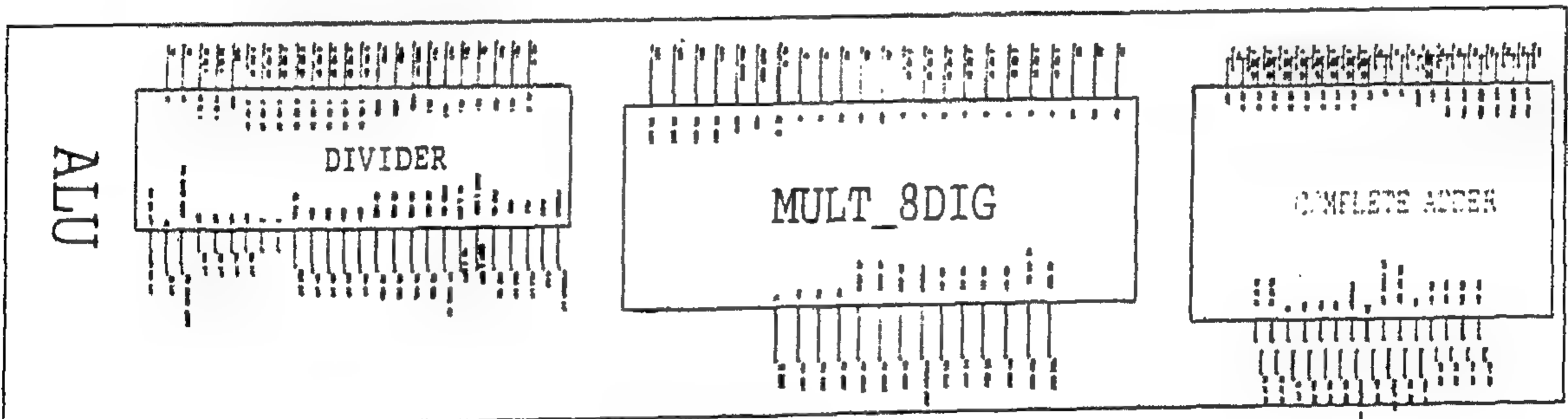
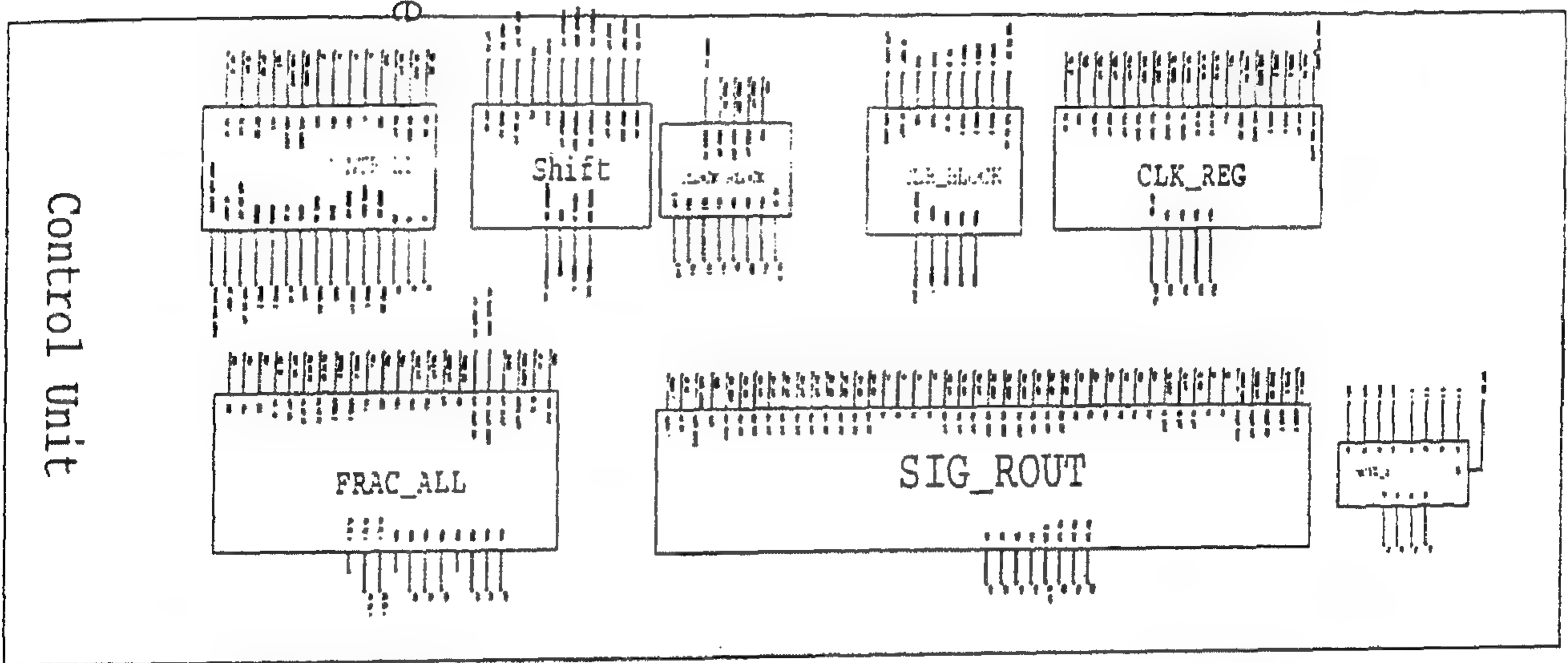


Figure 2

The Calculator Architecture



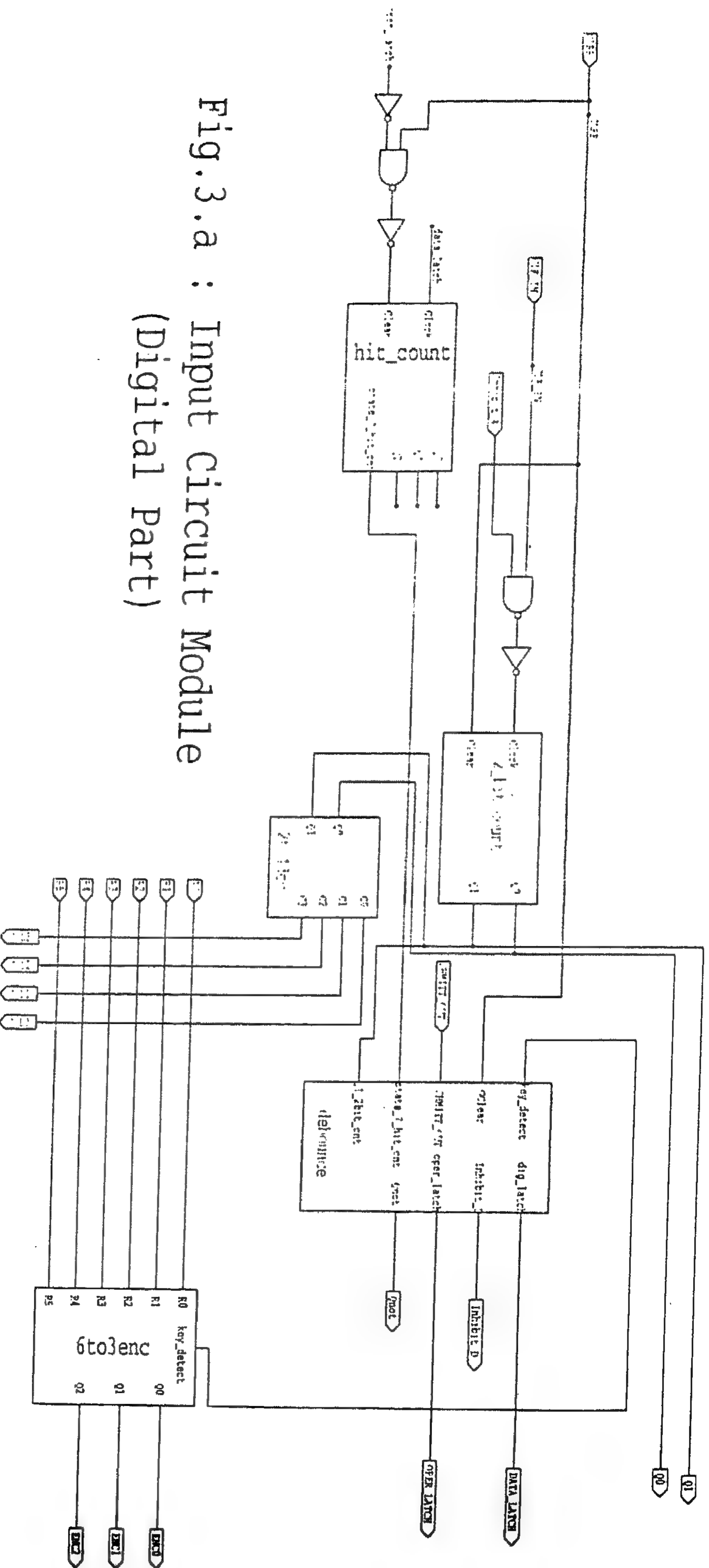


Fig.3.a : Input Circuit Module
(Digital Part)

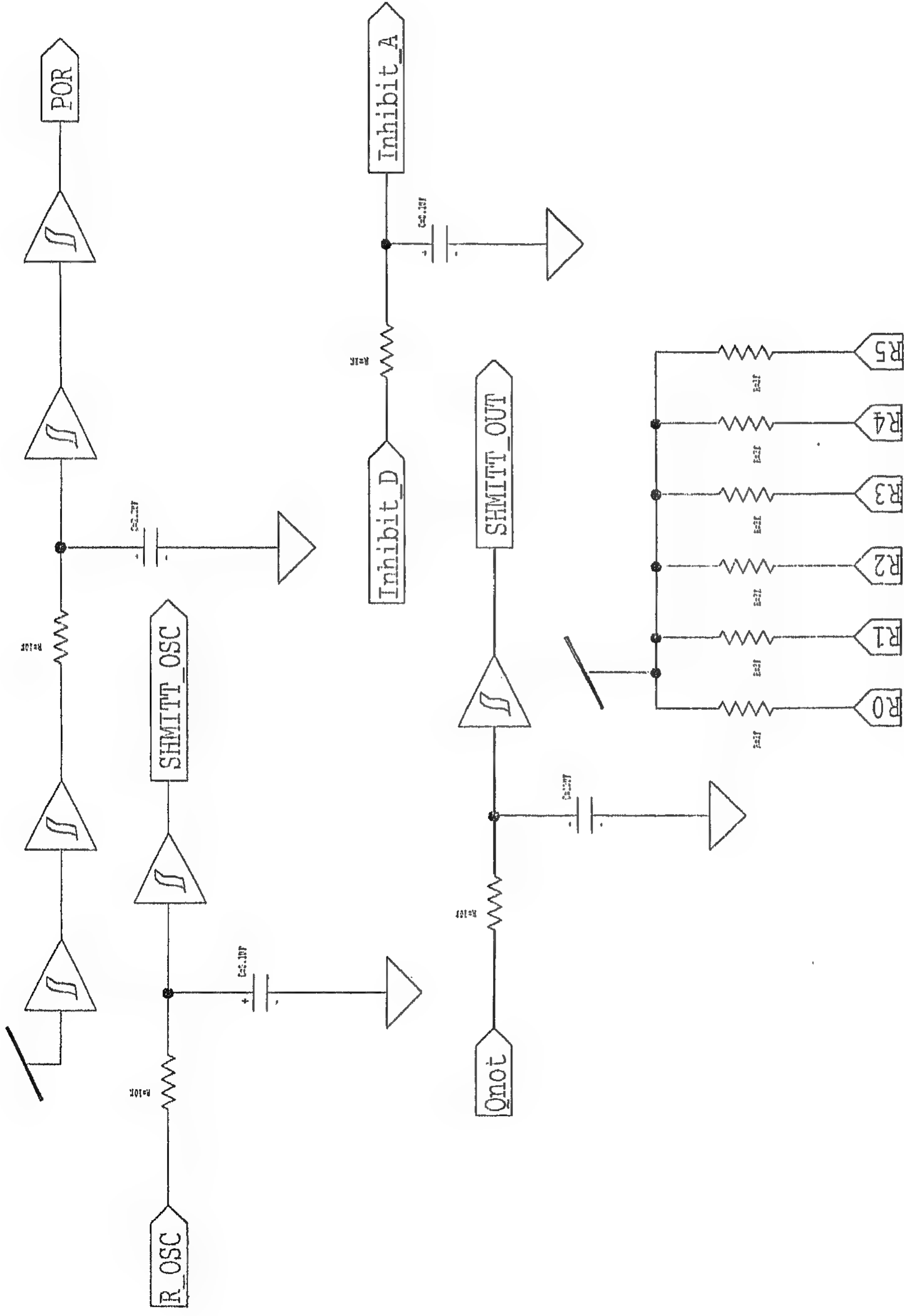


Fig.3.b : Input Circuit Module
(Analog Part)

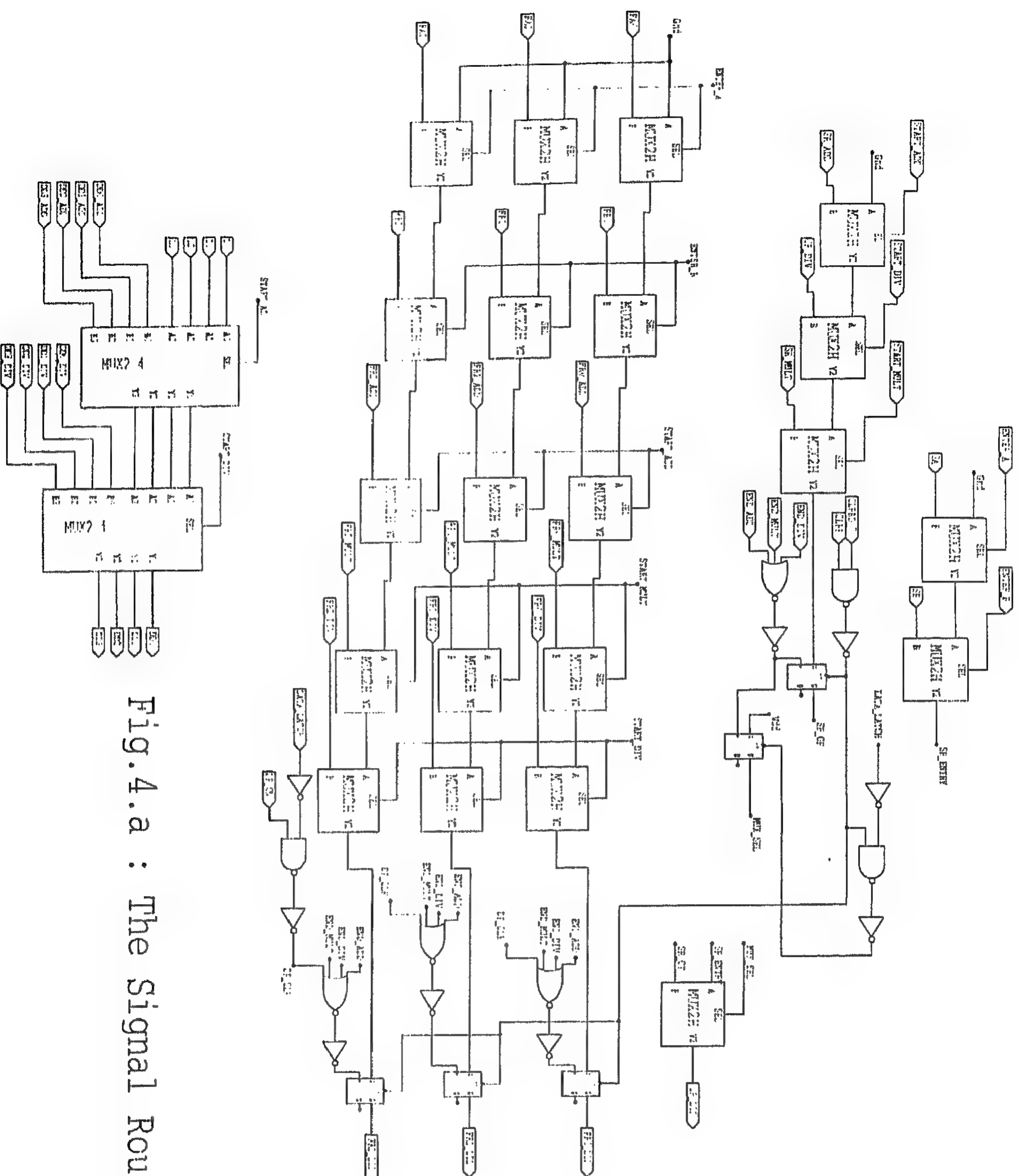


Fig.4.a : The Signal Router Module

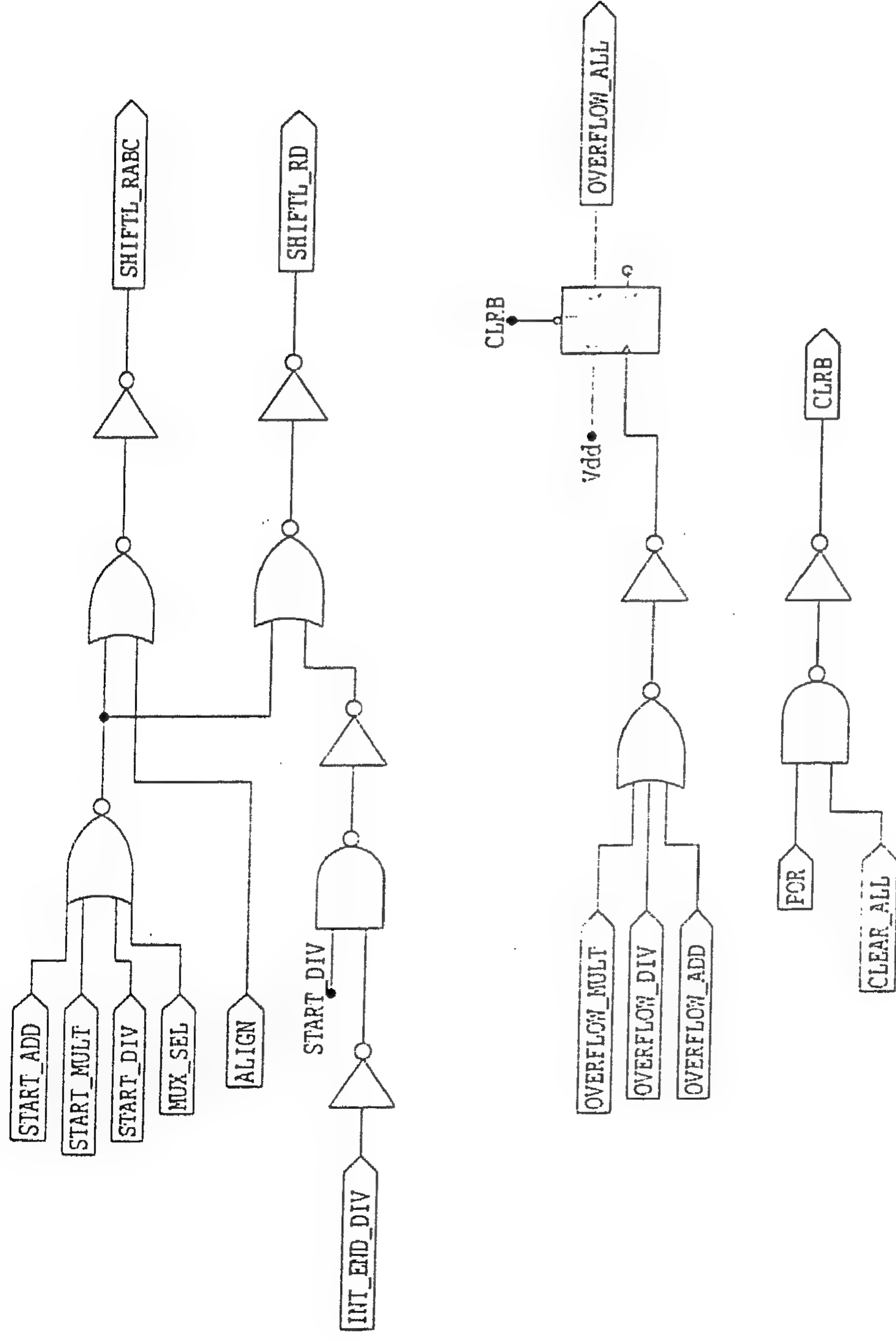


Fig.4.b : The Signal Router Module

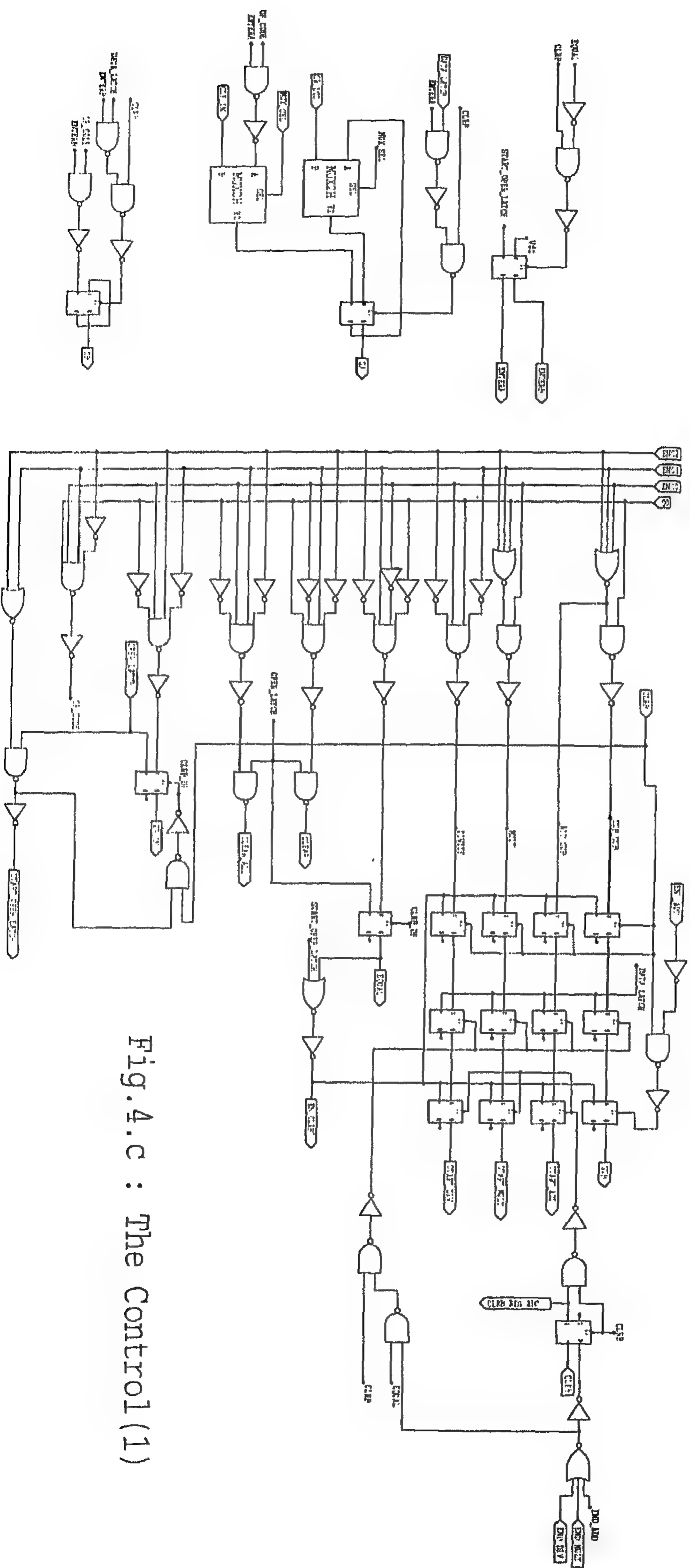


Fig. 4.c : The Control (1)

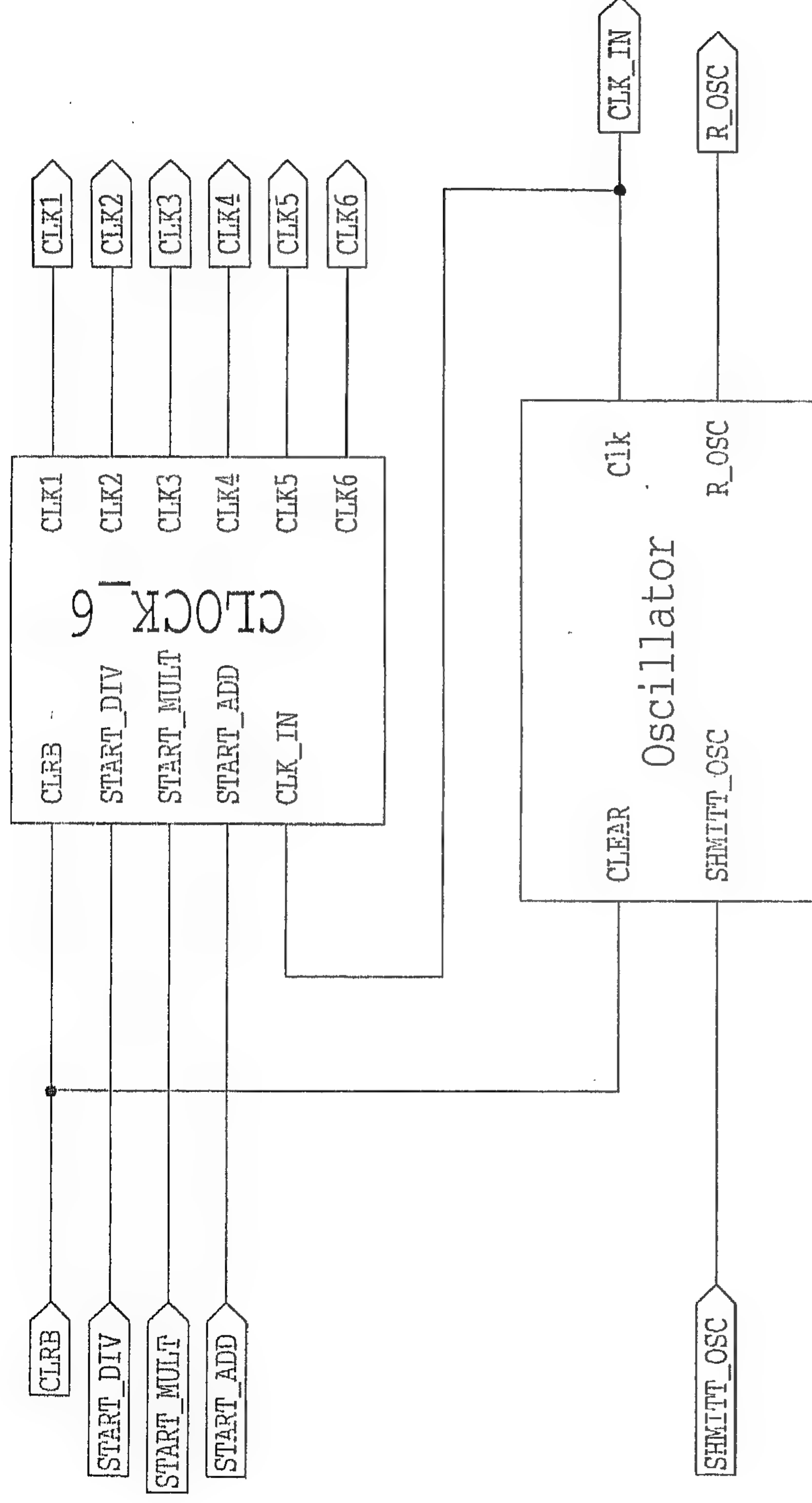


Fig.4.d : The Clock Block Module

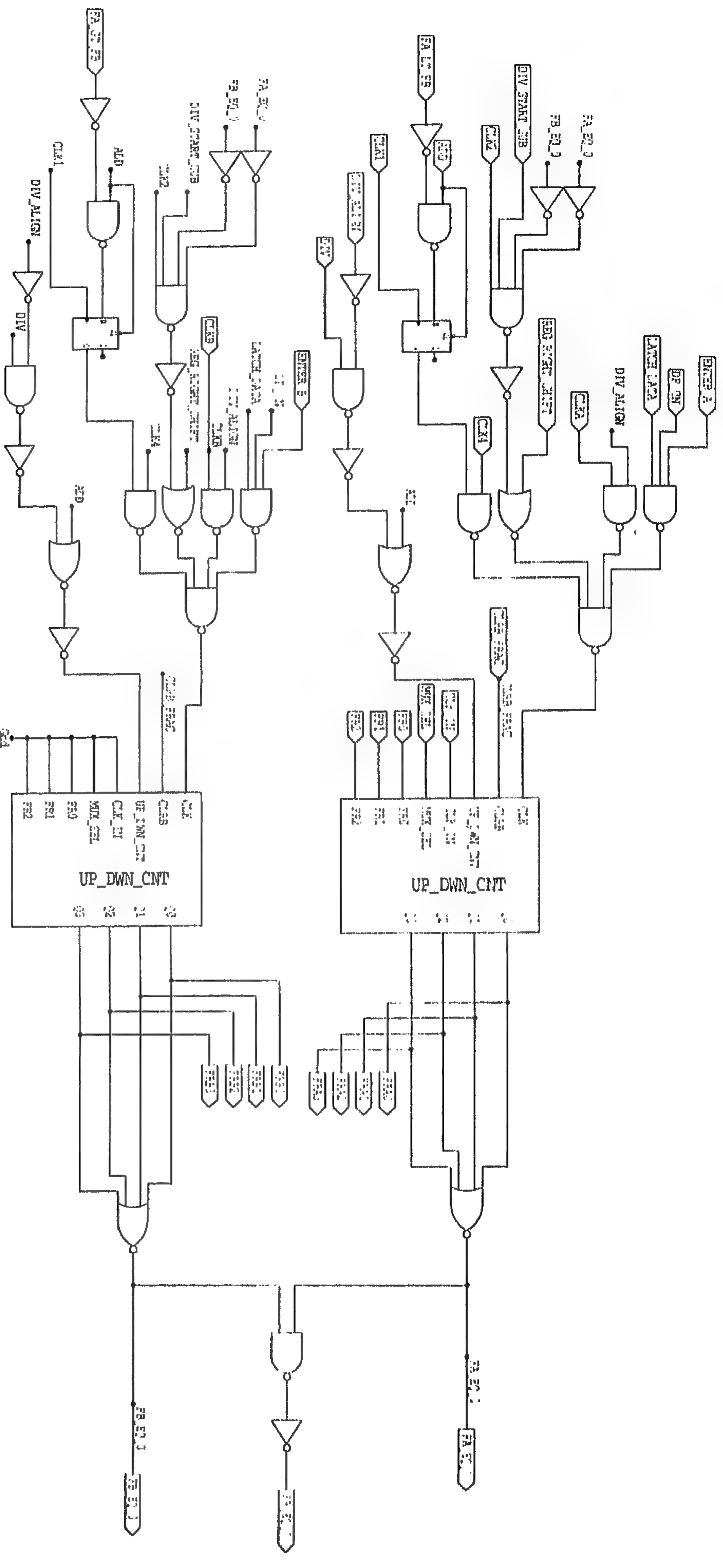


Fig.4.e : The Fraction Module

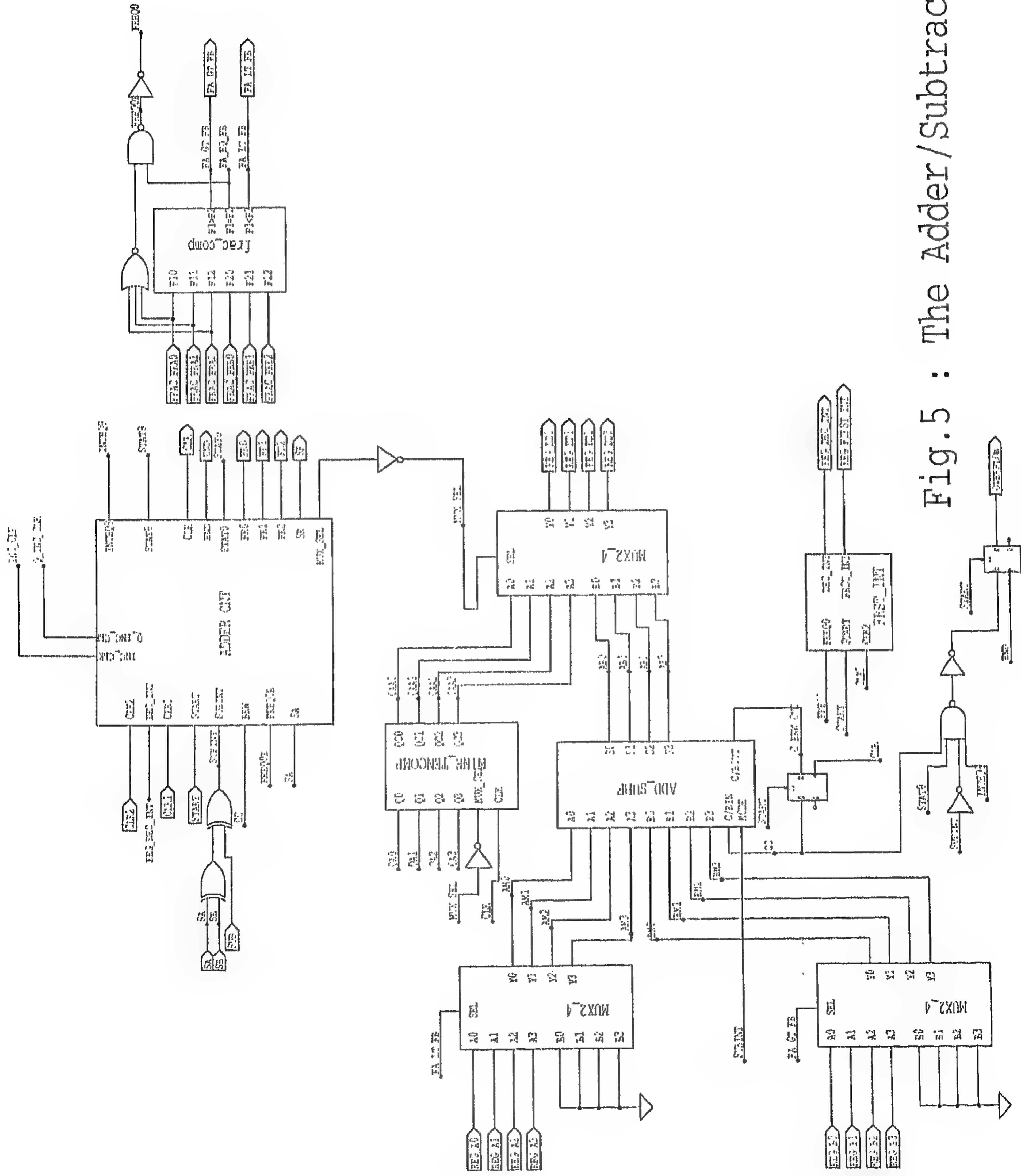


Fig.5 : The Adder/Subtractor Circuit

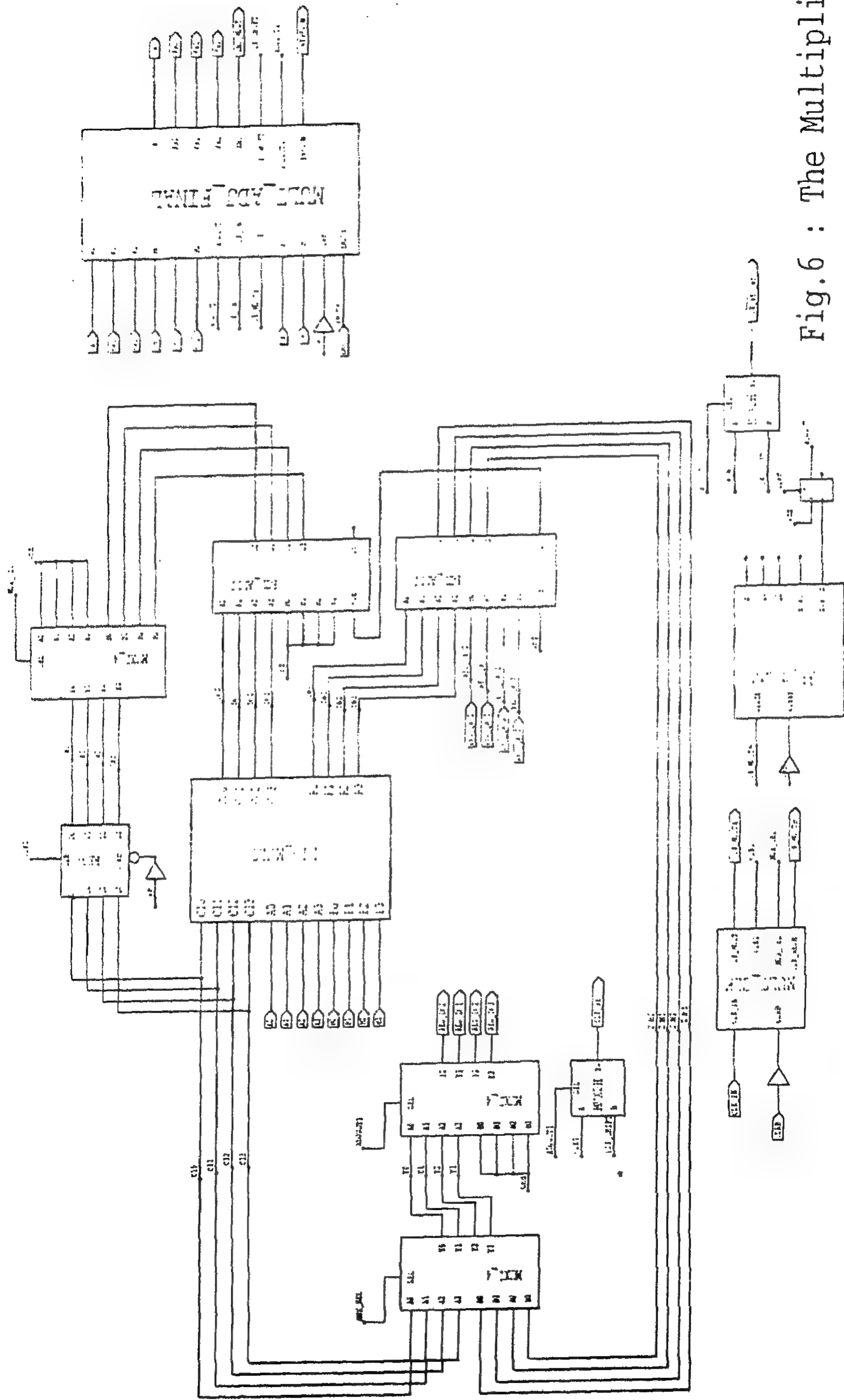


Fig.6 : The Multiplier Module

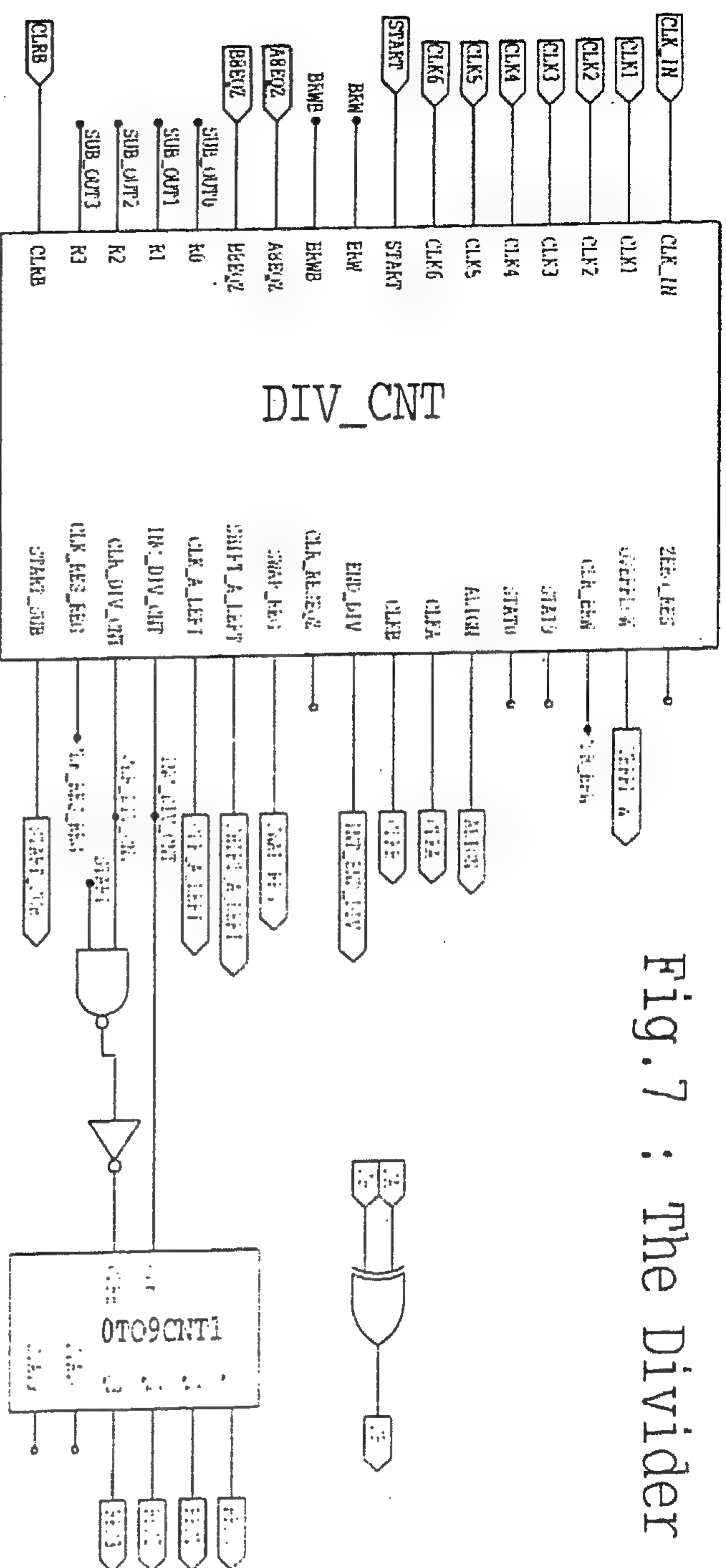
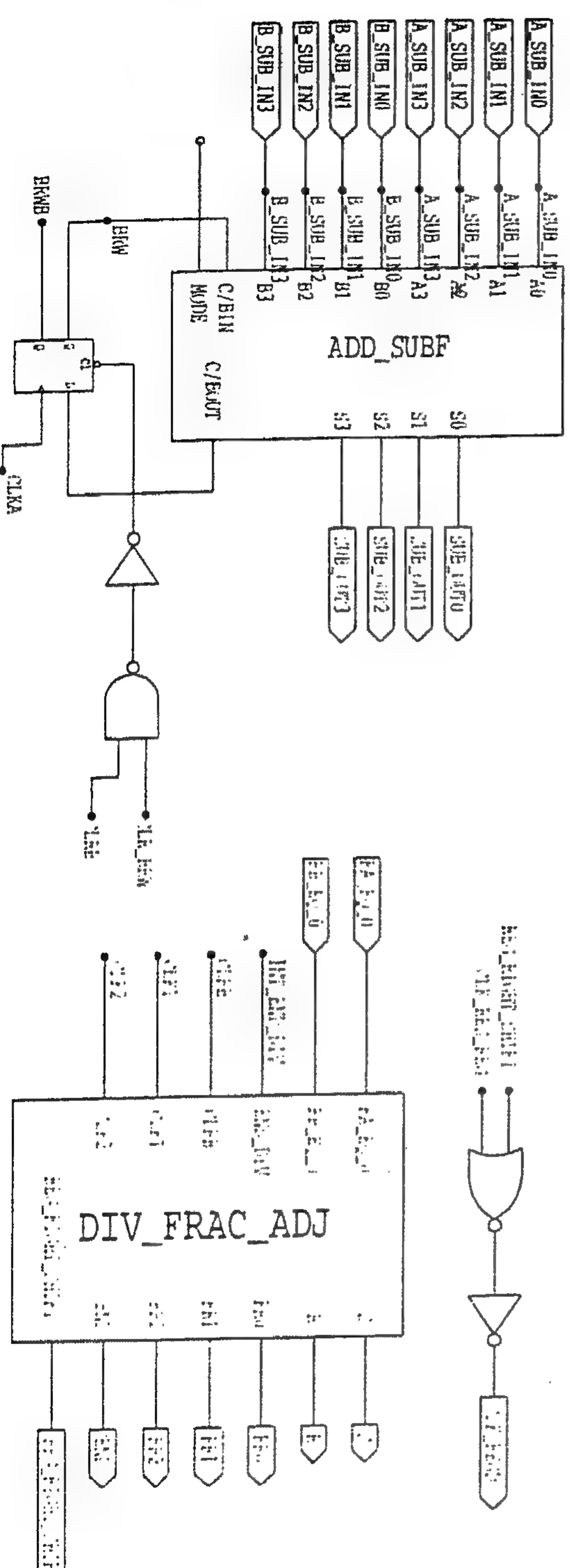


Fig.7 : The Divider Module



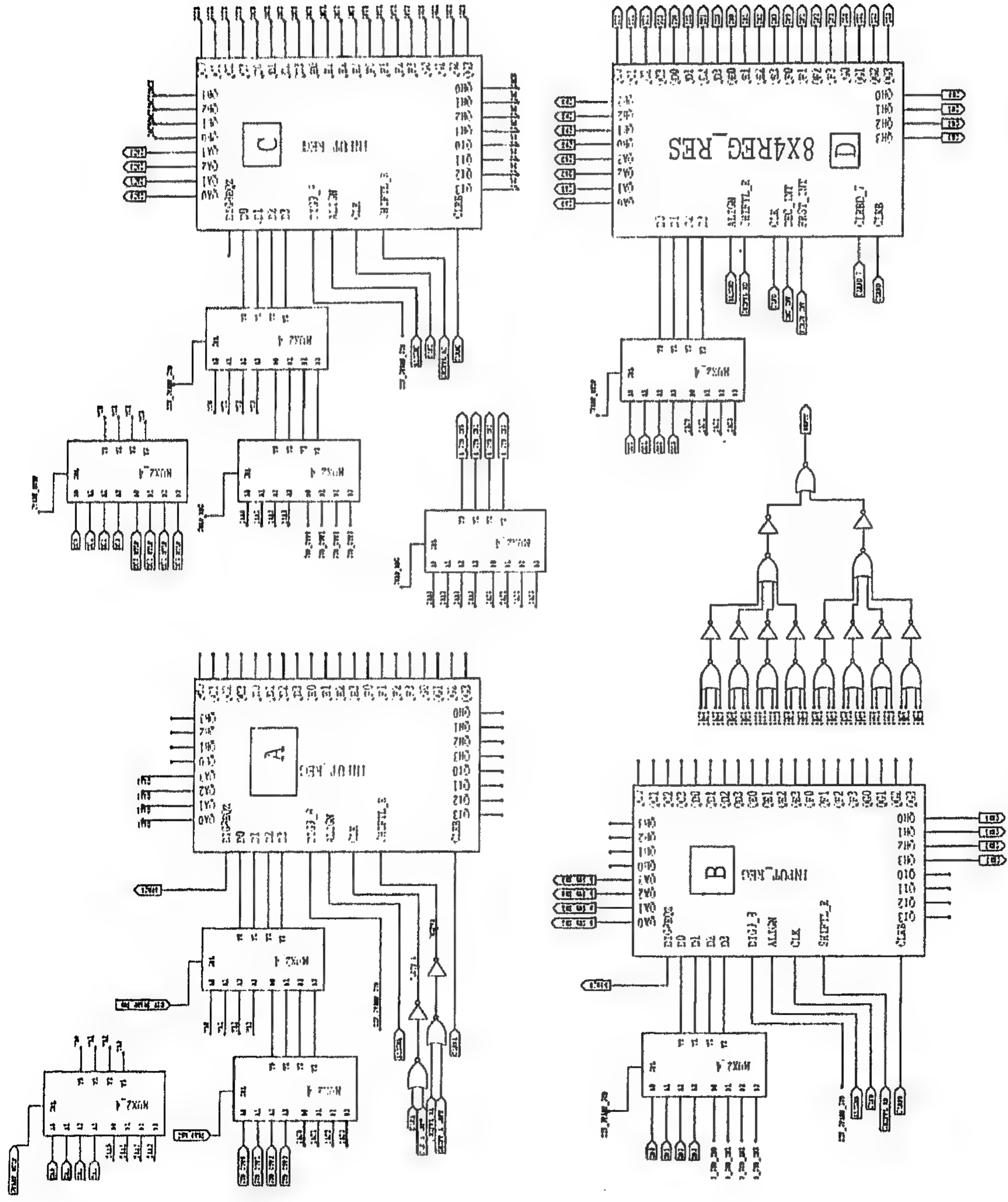


Fig.8 : The Input, Output
and Swap Registers

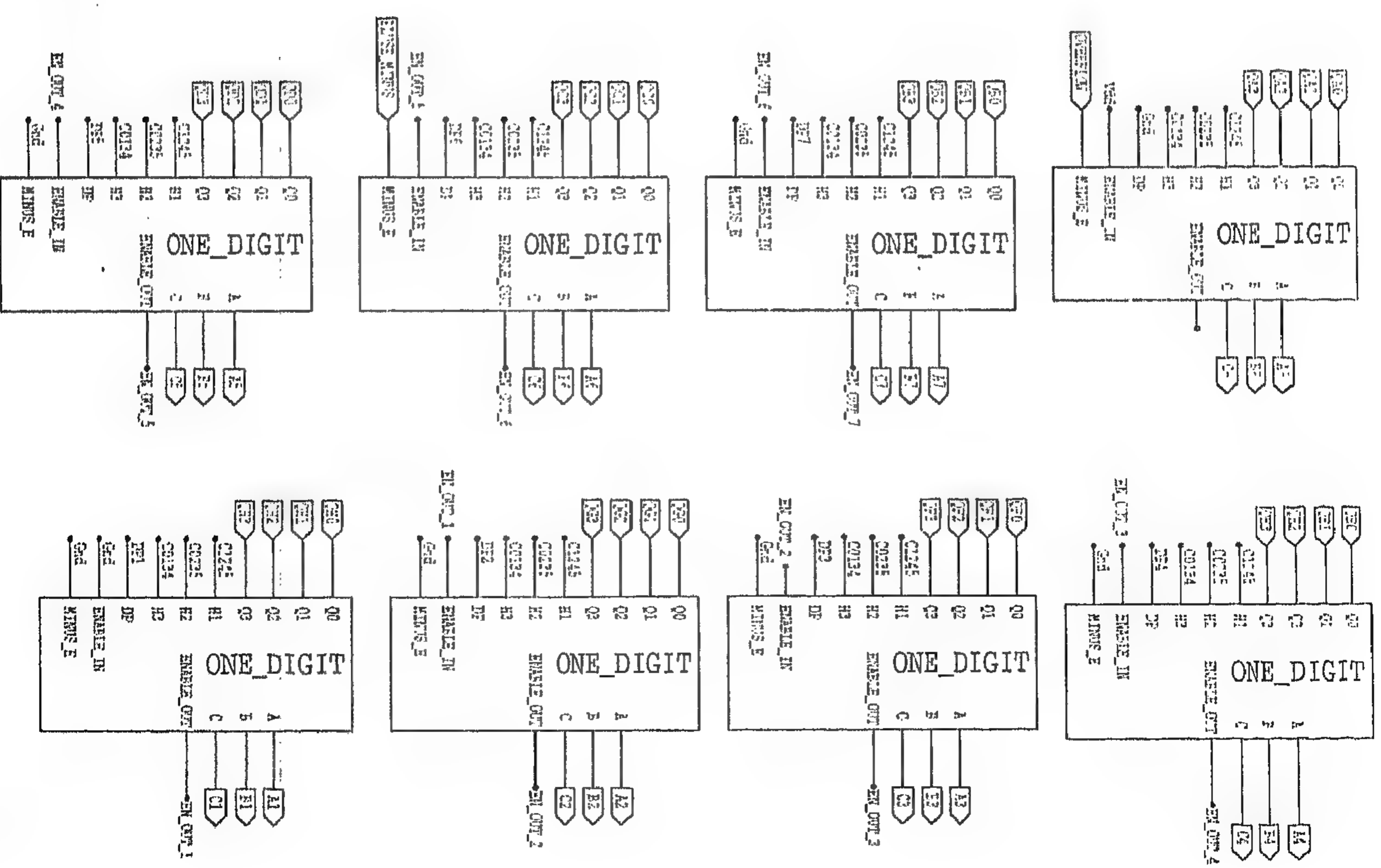
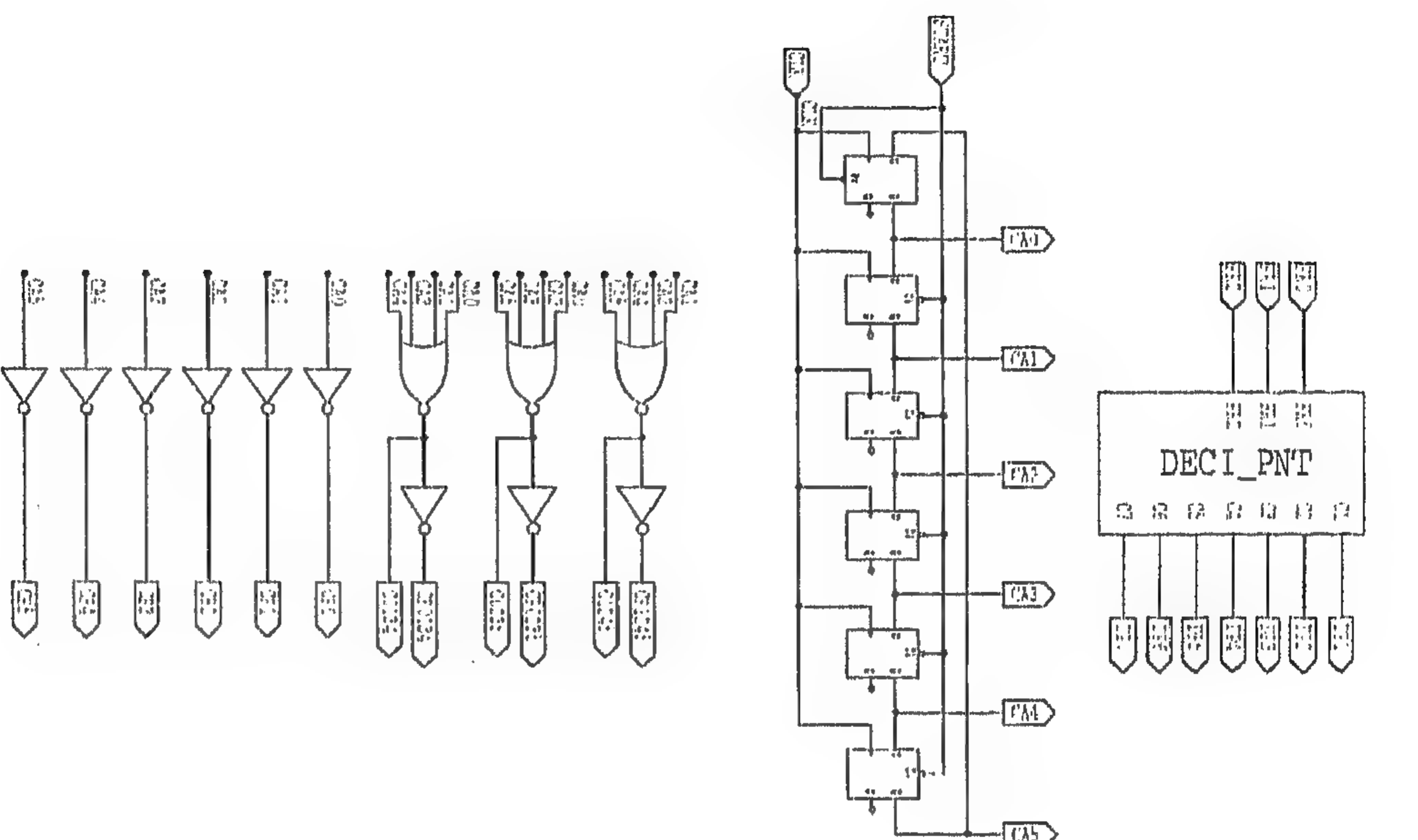
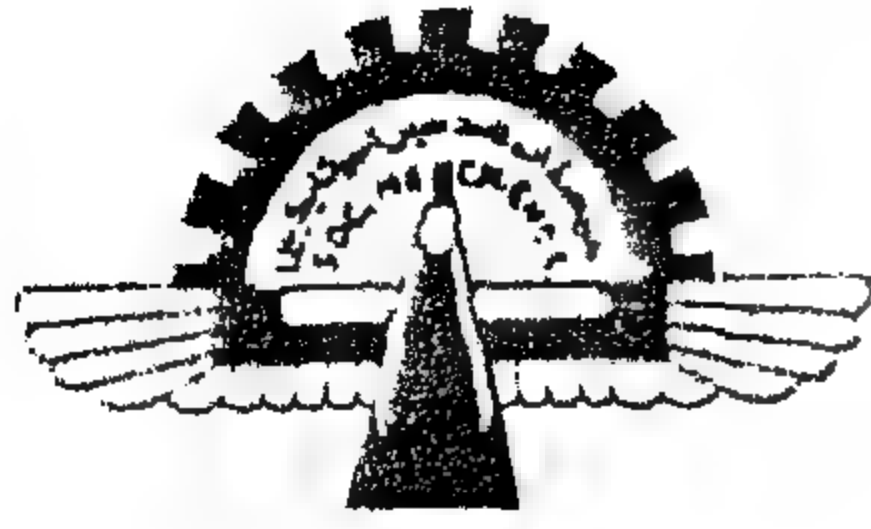


Fig. 9 : The LCD Driver Module



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

تطوير التقنيات جارية ضرورية للتنمية واقلمتها

3/2

التحكم في ماكينات القطع التقليدية باستخدام
الحاسب الآلي والتقنيات الحديثة

دكتور مهندس / احمد محمد على حسنين

التحكم فى ماكينات القطع التقليدية باستخدام الحاسب الآلى والتقنيات الحديثة، بهدف تحديثها وضمان جودة أداؤها - دراسة حالة مخرطة الزنب

مقدمة :

تشهد الصناعة المحلية فى الوقت الراهن تغيرات كبيرة سواء فى تكنولوجيا التصنيع والإنتاج أو فى ضوابط قبول ورفض المنتجات والخامات ونظرا لجمعية المنافسة للمنتجات الأجنبية والاعتماد على الذات بسبب الظروف السياسية للمنطقة والنظام العالمى الجديد الذى جعل من الدول النامية مجرد موردا للمواد الخام ومستهلك شره للمنتجات الأجنبية. وقد اتجهت بعض المصانع الى استيراد التكنولوجيا من الخارج الذى ترتب عليه بالطبع استيراد ماكينات ومعدات ذات تكنولوجيا معقدة قد لا تتلاءم مع طبيعة العامل أو المهندس المصرى وقد أدى ذلك الى تخريد كثيرا من معدات الإنتاج وقله الإقبال على شراء المعدات والماكينات المحلية. إضافة الى هذا أن المصانع المحلية القائمة على إنتاج ماكينات القطع بالذات لم تطور إنتاجها تطور يذكر منذ الستينات مما جعل إنتاجها لا يتماشى مع المستويات المختلفة المطلوبة فى دقة التصنيع أو كم الإنتاج. لذا بات من اللازم التفكير فى تطوير هذه المعدات بما يتلاءم مع ظروف الإنتاج فى كل مصنع ومع المستوى الثقافى للعامل المصرى.

تستعرض الورقة الحالية بعض نتائج البحث الجارى ضمن رسالة الدكتوراه المقدمة فى هذا الموضوع تحت عنوان "استخدام الذكاء الاصطناعى فى تطوير ماكينات القطع". والأهداف التى يرمى اليها هذا البحث هى:-

١- إدخال بعض التحسينات على مخرطة الزنب العامة لرفع كفاءة أدائها بحيث تتقارب من حيث الدقة و الإنتاجية من المخارط الـ CNC وذلك فى حدود أقل تكلفه مع دراسة اثر تلك التغيرات. وتشمل هذه التعديلات التحكم الكهربى فى سرعة عامود الطرف والتغذية مع القياس اللحظى لموضع أداة القطع، مع إمكانية التحكم الآلى فى هذه المنظومة بواسطة PLC أو PC أو يدويا من خلال برنامج كمبيوتر مبسط يتناسب مع قدرات وثقافة العامل ، ويمكنه من سهولة توصيف وإملاء بيانات المشغولة.

٢- تصميم وعمل برنامج كمبيوتر لتحديد خطوات التشغيل المثلى للمشغولات الاسطوانية مع تحديد كافة البيانات اللازمة فى اسلوب التشغيل.

أطوار (أنماط) تعديل المخرطة:

أ - النمط الاول

فى هذه المرحلة تم تركيب مُغير سرعه ٣ فاز للمحرك الرئيسى بحيث يتم التحكم فى سرعة واتجاه دوران الطرف كهربائيا عن طريق مفتاح كهربى بل ويتم ايضا ضبط عجلة بدء الدوران وعجلة التوقف من خلال الـ mini processor الموجود داخل مُغير السرعة.

أسباب التعديل

تعتبر السرعات المختلفة الناتجة من صندوق التروس التقليدي لازمه لاتمام عملية القطع من ناحية المحافظة على معدل تآكل العذة -حسب مادة العذة وصلادة المشغولة- أى أن تخفيض سرعة دوران الطرف لايعنى دائما الحاجة الى عزم دوران كبير. وبما أنه من المتعارف عليه أنه فى متغيرات السرعة للمحركات الـ ٣ فاز أن تخفيض السرعة كهربيا لا يؤدي الى زيادة عزم الدوران بل يظل عزم الدوران تقريبا ثابت ويساوى أقصى عزم دوران للمحرك عند السرعة القصوى. لذا فمن الممكن الاعتماد عليها فى تغيير سرعة دوران المشغولة (وخاصة للمحركات ال ٣ فاز ذات القدرات المرتفعة دون غيرها من محركات الجهد المستمر المرتفعة الثمن) مع عمل تعشيق تروس واحدة فقط عند الحاجة الى عزم قطع كبير.

فوائد التعديل

- ١- سهولة تغيير سرعة دوران الظرف بشكل مستمر stepless غير متقطع كما كان الوضع في حالة استخدام صندوق التروس مما يسهل تحقيق شروط القطع المثلى .
- ٢- إمكانية تغيير السرعة حتى في حالة دوران الظرف دون الاضطرار الى إيقاف الماكينة.
- ٣- من الممكن تخفيض عدد النقلات داخل صندوق التروس الى ثلاثة فقط أو اقل مما ينجم عنه:
 - تخفيض عدد التروس داخل صندوق التروس الى الخمس أو اقل .
 - تخفيض عدد أعمدة الدوران وأذرع التعشيق وجلب المحاور.
 - تخفيض وزن وحجم صندوق التروس الى تقريبا 40%
 - تخفيض تكلفه تصنيع صندوق التروس بنسبة قد تتعدى ال 60% .
 - تقليل عزم القصور الذاتي للعمود الرئيسي مما ينتج عنه سرعة الاستجابة لأوامر التحكم .
 - قلة تكاليف الصيانة .
 - قلة الضوضاء و الاهتزازات الصادرة عن الماكينة.
- ٤- تقليل الزمن المنقضي في تغيير السرعات مما يزيد الانتاجيه .

تكلفة التعديل

فيما يلي تفاصيل تكلفه التعديل :-

حالة المُعدّه	اجمالى تكلفة التعديل	مكاسب التعديل الاساسيه
•مخرطة زنبه بها مغير سرعات على عامود الاداره دون تعديل صندوق التروس.	4000 جنيه	زياده الانتاجيه بنسبه 10%
•مخرطه زنبه كسابقا ولكن تم تعديل صندوق التروس الخاص بها الى ٣ نقلات فقط	1000 جنيه	زياده الانتاجيه بنسبه 10%

ب - النمط الثانى

فى هذه المرحلة تم تركيب محرك كهربى ذو جهد ثابت و بصندوق تروس على محور عامود الجر الخاص بحركة العربيه وأخر على محور عامود قلاووظ الحركة العرضية ، وبما ان عزم الدوران المطلوب لحركة التغذية كبير فقد تم استخدام هذا النوع من المحركات ذات الجهد الثابت، ويتم التحكم فى سرعة دورانها عن طريق دائرة تحكم كهربيه ذات نظام PID.

أسباب التعديل

إن ربط حركة دوران الظرف بمعدل تقدم العربة غير مطلوب إلا في حالة عمل القلاووظ فقط . يحتاج العامل الى تغيير معدل التغذية لقلم القطع باستمرار نتيجة اختلاف عمق القطع أو خامدة المشغولة أو طبيعة عملية القطع (تخشين / تنعيم / قطعيه / خلخله) مرارا أثناء تنفيذ الشغل. لذا أصبح من الأسرع والأسهل هو تغيير التغذية إلكترونيا دون الحاجة الى إيقاف الماكينة أو أذرع تغيير السرعات الموجود بصندوق تروس سرعات التغذية وجدولها المعقدة. ويفضل في هذه الحالة تغيير جلب عامود الجر الى رولمان بلى.

فوائد التعديل

- ١- سهولة تغيير التغذية بشكل مستمر stepless لتحقيق ظروف القطع المثلى.
- ٢- الحصول على سرعة تغذية كبيره في حالة المشاوير العاطلة لتقليل الأزمنة العاطلة.
- ٣- سرعة ضبط التغذية دون اللجوء إلى جداول معقدة أو تحريك أذرع مما يقلل الأزمنة العاطلة .
- ٤- إلغاء صندوق تروس التغذية الخاص بحركة الجر (وليس بقطع القلاووظ).

تكلفة التعديل

حالة المعدة	اجمالي تكلفة التعديل	مكاسب التعديل الاساسيه
مخرطه زنبه تتحرك العربيه والراسمه الصغرى بها باستخدام محركات ذات جهد مستمر وتستطيع التحكم فى سرعتهم	3000 جنيه	زيادة الانتاجيه بـ 25%

ج- النمط الثالث

في حالة انتاج دفعات كبيرة العدد فانه يحب تقليل الازمنه العاطلة المنقضية في : قياس أبعاد الشغل/ضبط السرعات/ضبط التغذيةات/إيقاف الماكينة ، وذلك عن طريق أتمة الحركات الرئيسية بالمخرطة. في هذه الرحله ، تم استخدام حاكم قابل للبرمجه بواسطة الحاسب PLC للتحكم فى سرعة الدوران لعامود الظرف وللتغذيه العرضيه/الطويله. وللوصول الى طول مشوار القطع أو عمق القطع المطلوب تم تركيب عدة مفاتيح نهاية حركه (Mechanical / optical limit switches) على كل محور بحيث يُخبر الـ PLC بموضع العبد بالنسبة للمشغوله ويأخذ الاستجابة المطلوبة.

أسباب التعديل

في المخارط الانتاجيه (أو المخرطه البرجيه) يتم ضبط سرعة التغذية وطول مشوار الحركة عن طريق المحدبات (كامات) إلا أن عملية تصميم الكامات أو تعديلها من العمليات المعقدة ، فضلا عن تصنيعها. وبالتالي فإن التجهيز الأولي للمخرطة يأخذ وقت كبير قد يقارب الأسبوع. وفي هذه المخارط يتم تشغيل الأسطح المسلوقة باستخدام قلم فورمه . مما يحد من إمكانياتها ويرفع من تكلفة أقلام القطع . إلا أن المنتجات الناتجة من هذه المخرطة تتمتع بتكرارية وتطابق في الأبعاد مع الانتاجيه العاليه وعدم الحاجة الى عماله ماهرة.

على الصعيد الآخر فإن تشغيل دفعة إنتاج متوسطة العدد على مخرطه الزنبه لن يحتاج الى كل هذه التجهيزات الاولى ولكن يحتاج فقط الى عامل ماهر، وعندئذ فإن تكرارية ودقة الإنتاج ستعتمد على مهارة العامل. أما الانتاجيه فستتوقف على إمكانيات الماكينة في سهولة تغيير السرعات والتغذيات وفك وربط الشغله ودقة التحكم في مشوار القطع. ومن ثم فإن التفكير في الجمع بين مميزات هذه وتلك كان عن طريق إجراء هذا التعديل وذلك في حالة الدفعات المتوسطة أو الكبيرة.

فوائد التعديل

- ١- قلة زمن تجهيز المخرطة في حالة الإنتاج الكمي على مخارط مثل الكابستن، بنسبه قد تصل الى 60% مع قلة تكلفة التجهيز من حيث عدم تصنيع كامات وسهولة تغيير الأبعاد.
- ٢- في حالة إنتاج طلبيات متوسطة أو صغيره على مخرطة الزنبه فهناك زيادة في معدل الانتاجيه بمقدار 50% نتيجة قلة الازمنه الضائعة في قياس طول المشوار أو تغيير التغذيةات والسرعات مع ضمان تكرارية الأبعاد.
- ٤- في حالة تركيب rotational encoder على محاور الحركة الرئيسيه فمن الممكن الاعتماد عليها في معرفة وضع العذة بالنسبة للمشغولة بدلا من مفاتيح نهايات الحركة ومن ثم اصبح من الممكن تشغيل الفورم بدون اقلام فورمه، ولكن يجب في هذه الحالة إلغاء أى خلوصات بين عناصر نقل الحركة (سواء في أسنان التروس أو القلاووظات).

تكلفة التعديل

مكاسب التعديل الاساسيه	التكلفة	وضع الماكينه
		مخرطة زنبه أو كابستن بها:
زيادة الانتاجيه بمقدار 50% في حالة مخرطة الزنبه وقله الزمن التجهيز في حالة المخرطة الكابستن الى 60%	1600	١- محركات لحركة الراسمة الكبرى و العربيه ذات جهد ثابت
	4000	٢- مغيرات سرعة
	1000	٣- PLC حاكم قابل للبرمجيه 24DI/0,2AO
	1400	٤- لوجه تحكم وحساسات نهاية حركة

د- النمط الرابع

في هذا النمط تم تركيب مساطر لقياس مشوار الحركة للعربه وللراسمه الكبرى مع توصيلهما بشاشه خاصه لإظهار موضع العذة أو توصيلهما بالحاسب الآلي.

أسباب التعديل

إن الزمن المنقضي في قياس المشغولة أثناء تشغيلها وخاصة في المشغولات المتوسطة والعالية الدقة يمثل 60% من زمن الإنتاج، ولتقليل ذلك الزمن يحب التفكير في وسيله لعرض موضع العذة تلقائيا على شاشة يراها العامل تمكنه من اتخاذ القرار المناسب، ولذلك فإن لقياس موضع العذة بالنسبة للشغله في الحالات التي يوجد بها خلوصات بين عناصر الماكينة يجب استخدام مساطر القياس لأنها تقيس وضع آخر عنصر في منظومة الحركة.

فوائد التعديل

- ١- سهولة معرفة موضع العبء الحقيقي - وبالتالي طول مشوار الحركة/ عمق القطع - دون توقف الماكينة.
- ٢- الغاء اثر خلوصات منظومة عامود الجر على دقة أبعاد المشغولة.
- ٣- تقليل الزمن العاطله المنقضية فى قياس أبعاد الشغله.
- ٤- ومن ثم رفع الانتاجيه بنسبة قد تصل الى 30% مع خفض نسبة المرفوض .

تكلفة التعديل

مخارطة زنبه بها:	وضع الماكينه	التكلفه	مكاسب التعديل الاساسيه
١- مساطر قياس فى اتجاه حركه العربيه واخرى فى اتجاه حركه الرأسه الكبرى.	4,000	• زيادة الانتاجيه بنسبه قد تصل الى 30% • زيادة دقة الأبعاد حسب حالة الماكينه	
٢- حاسب الى	3,000		
٣- شريحه الكترونيه لزوم المساطر يتم تركيبها بالحاسب	4,000		

هـ- النمط الخامس

فى هذه المرحله تم ضم جميع الأنماط السابقه فى نمط واحد وتم استخدام الحاسب الالى للتحكم فى هذه المنظومه عن طريق برنامج مبسط ويتم إدخال البيانات الخاصه بالمشغولة الى الحاسب بواسطه العامل أو إدارة الإنتاج وذلك مع الاحتفاظ بجميع مميزات الأنماط السابقه كالا على حده وسهوله التنقل بين هذه الأنماط لتشغيل المعده.

أسباب التعديل

تتميز المنتجات المشغلة بواسطه المخارط ذات التحكم العددي بالدقه والتكراريه مع امكانيه تشغيل الفورم المعقدة دون الحاجه الى أقلام فورمه. ولكن يعيب هذه المخارط ارتفاع سعرها وبالتالي سعر المنتجات المشغلة عليها. وبالإضافه الى صعوبة صيانتها مع الحاجه الى فني متخصص لتشغيل هذا النوع من المعدات. وبما أن دقة المنتجات تعتمد على دقة تصنيع المخروطه ودقة أجهزة القياس المستخدمة ودقة الحاكم الالى فإنه من البديهي عند تحويل مخروطه الى هذا النمط أن تحتفظ بدقتها 0.05 مم إن لم يكن أعلى - طالما كانت حساسية ودقه أجهزة القياس والحاكم أعلى من هذا بكثير (مساطر القياس ذات دقه 0.005 مم والحاكم الالى 0.01 مم).

فوائد التعديل

- ١- إمكانية إنتاج الأشكال المعقدة بدون استخدام أقلام فورمه مع ضمان الدقة (± 0.05 مم على التقطو) والتكرارية.

٢- إعفاء العامل من قدر كبير من المجهود الذهني أو العضلي والحاجة فقط إلى عامل مُتعلم يستطيع تحديد خطوات التشغيل ومتغيرات القطع بجانب اختيار شكل العِدة الملائمة لكل سطح مشتل.

٣- زيادة إنتاجية المُعدة بنسبة 50%

٤- سهولة التدريب على تشغيل المُعدة وصيانتها ، بل والتنقل بين أنماط التشغيل المختلفة في حالة الحاجة إليها دون تعطيل المُعدة.

٦- الاستغناء عن كثيرا من التروس والآليات اللازمة لتغيير سرعة أو عكس اتجاه حركة. مما قد يخفض تكلفه المُعدة بسبة 15%

٧- إن المنظومة التي تم استخدامها للتحكم في المخروطه لو تم شراؤها من الخارج كمنظومه متكاملة لتكلفت أكثر من ضعف ما تكلفته المنظومة الحالية، إضافته الى أنها ستكون مبهمة صعبه الصيانة أو التطوير.

تكلفة التعديل

حالة المخروطه	التكلفة	مكاسب التعديل الاساسيه
<u>مخروطه زنيه بها:-</u>		
١- مغير سرعات ٣ فاز	4000	• زيادة الانتاجيه بنسبه قد تصل الى 50%
٢- عدد ٢ محرك ذو تيار مستمر.	2000	
٣- عدد ٢ دائره تحكم في سرعة المحركات.	1000	• زيادة دقه الأبعاد وقله المرفوض (حسب حاله الماكينة)
٤- عدد ٣ شرائح الكترونيه لتوصيل الاجهزه بالحاسب.	8000	• أصبحت الماكينة بها بعض إمكانيات المخارط CNC ولكن بسعر تقريبا يمثل 20% من سعرها .
٥- عدد ٢ مسطره قياس	4000	
٦- حاسب آلي	3000	
٧- لوحة تحكم	1000	

ك- النمط السادس

بما أن المخروطة في وضعها الاخير (النمط الخامس) أصبحت معلومة التفاصيل فبات من الممكن عمل وتطوير البرامج الخاصه بها سواء برامج التحكم أو برامج إدخال البيانات (برامج المستخدم)، وذلك دون تقيد بأي نظام برمجى استخدم فى الماكينات الـ CNC بل على العكس يتم تصميم البرنامج بما يتلاءم مع طبيعة العامل وثقافته. كان تكون لغة المحادثة باللغة العربية أو تكون هناك بعض الأوامر الصوتية التي يصدرها الحاسب لتنبيه العامل.

وعلى الصعيد الآخر، فإنه من الممكن وصل برامج التحكم ببرامج أخرى موجود للاستفادة بإمكانيات هذه البرامج ودمج المخرطة مع نظم الـ CAD/CAM الحديثة.

في هذا النمط يتم عمل برنامج كمبيوتر لمساعدة العامل في تحديد خطوات التشغيل المثلى مع تحديد كافة البيانات اللازمة عن متغيرات القطع والعدد المستخدمة وإسلوب التشغيل.

أسباب التعديل

تعتمد المشغولات في دقة أبعادها ونعومة سطحها على نوع وشكل العدة المستخدمة في القطع والخطوات التي يجب اتباعها في تشغيل المشغولة. إضافة الى ان متغيرات القطع المثلى (التي تعطى أقصى إنتاجيه أو أقل تكلفه) تعتمد على منظومة القطع من مواصفات الماكينة ومواصفات المشغولة وخلافه ، لذا فإن استخدام الحاسب في حساب متغيرات القطع (نتيجه الضوابط التي فرضتها ظروف التشغيل) ، أو استخدام الحاسب في تخزين خبرة العمال المهرة لتحديد خطوات التشغيل وشكل العدة القاطعة ، يوفر الجهد ويزيد الانتاجيه ويضمن جودة التشغيل ويقلل الخبرة المطلوبة من العامل.

فوائد التعديل

- ١- سهولة إدخال بيانات المشغولة دون الحاجة الى عماله ماهرة أو متخصصة وبالتالي خفض تكلفة العمالة الى 60%.
- ٢- زياده الانتاجيه بنسبه 20% عن النمط السابق وذلك نتيجة استخدام شروط القطع المثلى مع تقليل الإزمنه العاطلة.
- ٣- امكانيه عمل برامج لدمج النظام مع اى برامج CAD/CAM
- ٤- سهولة تعديل وتطوير البرامج لتلائم طبيعة المكان (الهيكل التنظيمي للمصنع) وثقافة العامل وإمكاناته.

الخلاصة

وختاماً نستطيع القول بأن البحث الحالي أوضح الخطوات الضرورية لعمل منظومة متكاملة لتطوير المخرطة التقليدية حتى تستطيع المنافسة والبقاء وذلك في صورته أنماط يتم تطبيقها تدريجياً. وأوضح البحث جدوى هذا التطوير أثره في رفع الانتاجيه وجودة التشغيل مع قلة تكلفة التطوير مقارنة بالمخاطر المستوردة. وبالطبع فإن هذا البحث يشحذ الهمم لتطبيقه على معدات أخرى سعياً الى مزيد من التقدم والإنتاج وخلق فرص عمل في المصانع دون الاتكال كلية على التكنولوجيا المستوردة . ولا نستطيع القول باكتمال هذا البحث ولكنه يحتاج الى مزيد من التطوير والتجريب.

و ما توفيقى إلا بالله هو المستعان وعليه التكلان واليه يرجع الأمر كله.



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

تطوير التقنيات جارية ضرورة للتنمية واقلمتها

4/2

فعاليات استخدام طلاءات مركبة الماسية
على معدات الحفر والتنقيب

دكتور مهندس / خليل عزيمة

فعالية استخدام طلاءات مركبة الماسية على معدات الحفر والتنقيب

د.م. خليل عزيمة

أستاذ مساعد في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
جامعة دمشق

د.م. ماري فارونكن

أستاذ في معهد المواد عالية القساوة
أكاديمية العلوم الأوكرانية

مقدمة:

يحدد تطور التقانات المتطورة إلى حد ما بتصميم واستخدام أنواع جديدة من المواد والتكنولوجيا. وتعتبر المواد المركبة الحاوية على الألماس من أفضل المواد المستعملة في رؤوس الحفر والتنقيب بسبب تمتعها بمقاومة اهتراء عالية وإنتاجية مرتفعة [1]. وتؤمن ميزات تحضير مزيج من الخلطات القاسية وحبيبات الألماس وتكنولوجيا التليد توزيع حبيبات الألماس في كامل الحجم وبشكل متوازن، وكذلك وثوقية الاتصال الفيزيائي-الميكانيكي على حدود الأطوار المتلامسة [2].

اهتراء أدوات الحفر والتنقيب:

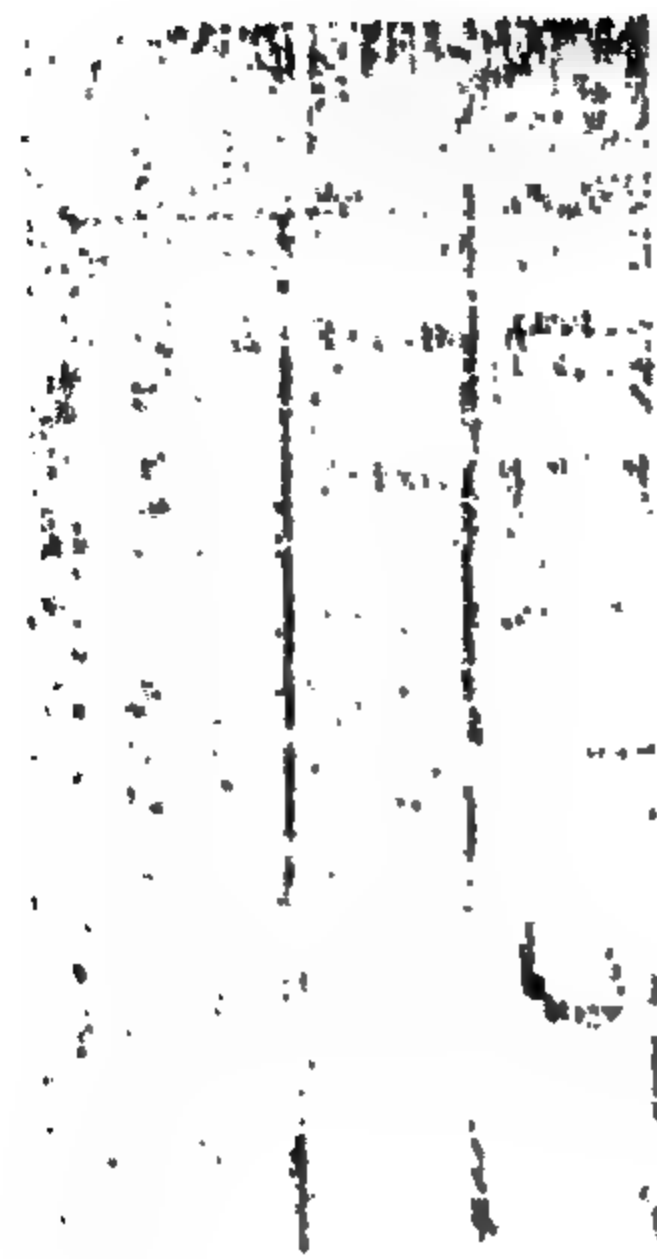
تحدد المتطلبات العليا، المرجوة من متانة ووثوقية لقمة أدوات الحفر التي تعمل في الظروف العظمية للتحميل الميكانيكي، بضرورة إجراء حسابات كاملة في مرحلة التصميم التي يجب أن تتضمن مجموعة كبيرة من العوامل التي لها علاقة ليس فقط بتصميم اللقم أو المتعلقة بعملية الحفر العادية والهيدروديناميكية، بل بالخواص الفيزيائية والكيميائية للتركيبات المحضرة من مجموعة مواد حاوية على الألماس، وظروف الاتصال على السطح الحاوي على الماس-حاضن وتكنولوجيا تحضيره. وتعطي معرفة هذه الصفات إمكانية اختيار وخصوصية تحديد توضع التركيبات على السطح العامل للقمة.

تعمل عناصر قطع الصخور في ظروف اهتراء حكي شديد وحكي هيدروليكي مصدوبة بأحمال ستاتيكية وديناميكية. حيث يجري قطع الصخور نتيجة دخول بلورات الألماس فيه، وبإدخال الحاضن دور الأساس الصلب الذي يحمل حبيبات الألماس. وتعمل الحبيبات كأدوات قطع ميكروية. بين تحليل صفات اهتراء لقم الحفر أن التركيبات المتوضعة على أطراف اللقم تخرج من عملها بشكل أساسي نتيجة الاهتراء الحكي كما مبين في الشكل 1. وفي نفس الوقت يكون انهيار التركيبات المتوضعة على الأجزاء المتدرجة بسبب فقدان الانهيار الهش لحبيبات الألماس. ويبين الشكل 2 ثلاث مراحل اهتراء ريش لقم الحفر، حيث يظهر على سطح التركيبات التضرر الذي

يتطور على شكل شقوق نافذة تؤدي إلى فقدان جزئي أو كلي للتركيبات وذلك بالاعتماد على درجة الاهتراء. وهذا مؤشر على ظهور انهيار ذو صفة هشّة للتركيبة الذي يؤدي بدوره إلى خروج الأداة من عملها في وقت مبكر.



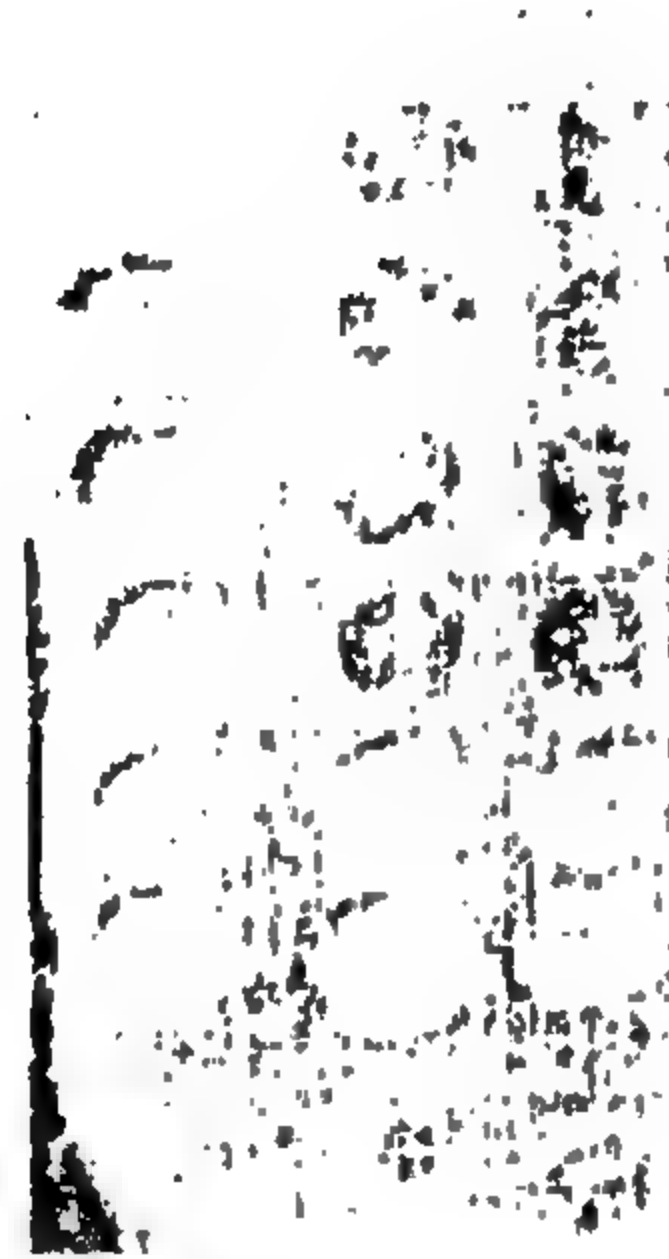
الشكل رقم 1
المنظر العام للقطعة بعد العمل



1



2



3

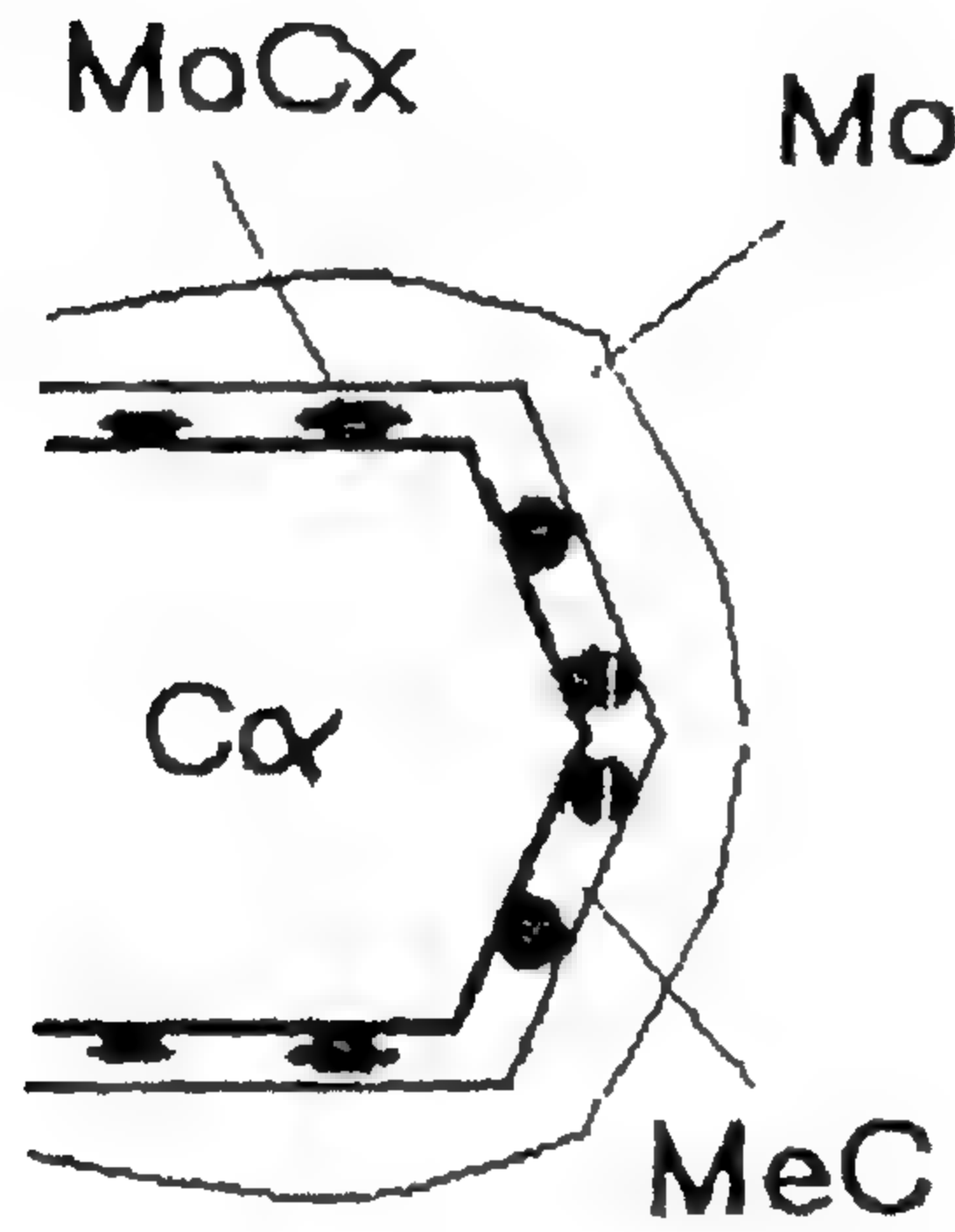
الشكل رقم 2

مراحل اهتراء التركيبات على ريش اللقم

1. اهتراء طبيعي
2. ظهور شبكة شقوق
3. فقدان أجزاء من التركيبة

معدنة مساحيق الألماس:

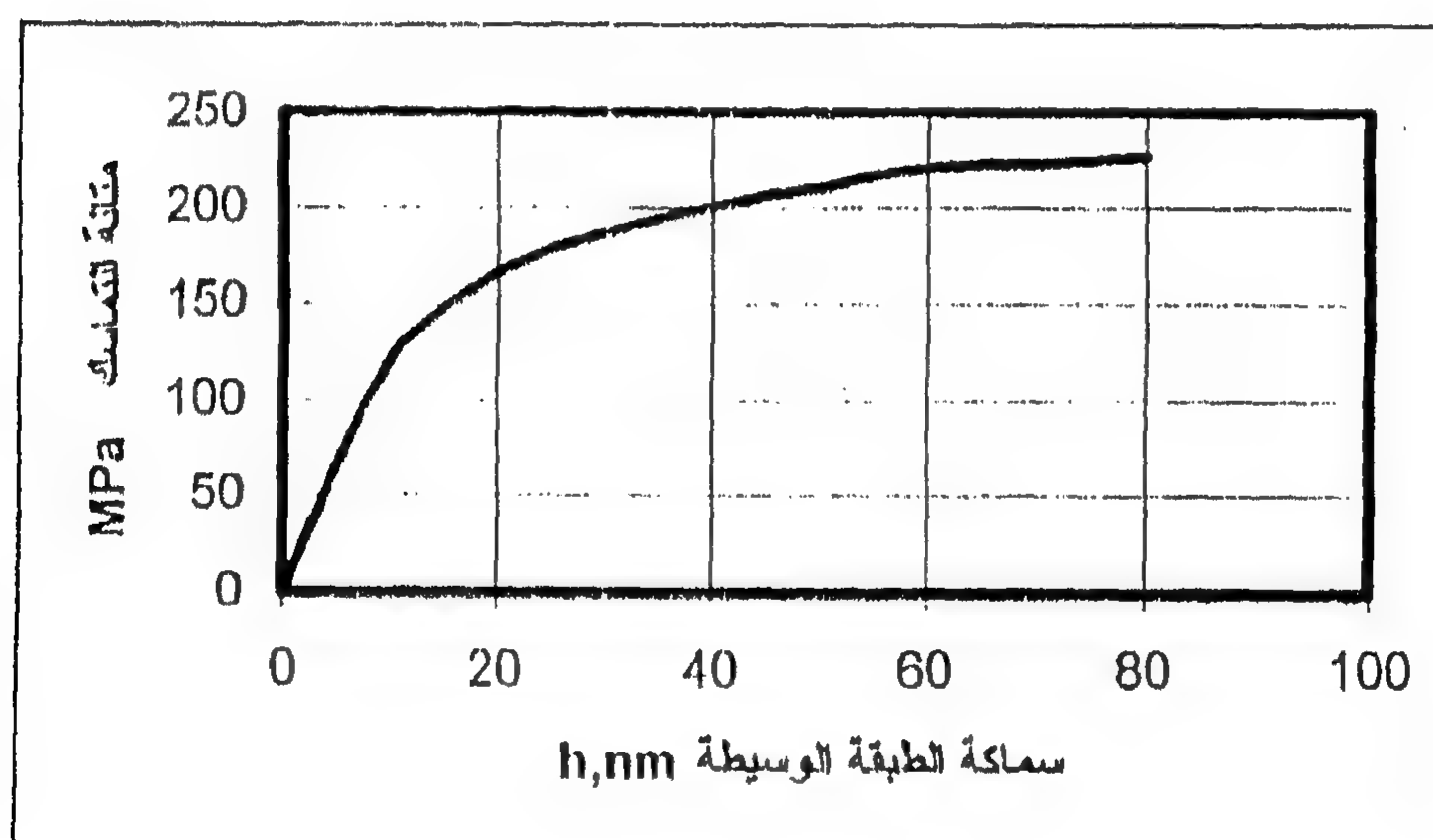
تعتبر معدنة الألماس إحدى طرق رفع مقاومة اهتراء الأدوات، حيث أبدت طريقة المعدنة هذه وبشكل مقنع فاعليتها في أدوات الجليخ [3]. وتوجد في الوقت الحاضر الكثير من الخبرات حول استخدام مساحيق الألماس مع الطلاء المعدني، ولقد ابتكر في معهد باكول للمواد عالية القساوة- أكاديمية العلوم الأوكرانية معدات وتكنولوجيا حديثة تؤمن معدنة عالية الترابط وذات متانة تماسك عالية للألماس مع الطبقة. وبينت الأبحاث [4 ، 5] أنه في أغلب الأحيان يستخدم لعملية المعدنة معادن انتقالية مثل التيتانيوم والفناديوم والموليبدن والكروم. ويعتبر الموليبدن ذو مستقبلية أفضل، حيث يشكل هذا المعدن مع الكربون الألماس أطوار كربيدية ذات متانة عالية وهشاشة منخفضة (أنظر إلى الشكل 3). ويملك معامل تمدد حراري منخفض بشكل كافٍ ليقبل الاجهادات الحرارية في طبقة الطلاء الموليبدني. كما يعتبر التنغستين والتيتانيوم على نفس الدرجة من الأهمية والمستقبلية، ولكن ارتفاع سعر ونُدرة التنغستين وأيضا الهشاشة العالية للطور الكربيدي للتيتانيوم يحد من استخدامهما.



الشكل رقم 3

مخطط الطبقات بعد المعدنة

إن العامل الهام ، الذي يحدد فعالية استخدام معدنة مساحيق الألماس ، على الأدوات التي تعمل في ظروف الحمولات الصدمية، هو رفع بقاء وتماسك حبيبات الألماس في التركيبة أثناء العمل. وبسبب الخمول الجيد للألماس عند وجوده مع المعادن، فإن استخدام المعدنة يؤمن على حدود (الألماس - طلاء معدني) تشكل عناصر ذات روابط كيميائية مثل عملية تشكل الكربيدات التي تجري عند ترسيب ذرات معدنية عالية الطاقة [6]، والتي تؤثر على متانة تماسك الطلاء مع الألماس. ولدراسة تماسك الطبقات في حالة المعدنة تم وضع طبقة معدنية من الموليبدن بطريقة الترسيب الالكترودي في الخلاء (فاكيوم) بسماكة 0.3 - 5 μm على الأداة وتم دراسة تأثير سماكة الطبقة الكربيدية الوسيطة على متانة تماسك الطلاء مع سطح الألماس. يبين الشكل 4 أنه مع زيادة سماكة الطبقة الكربيدية البينية (الوسيطة) ترتفع قيمة متانة تماسك الطلاء مع الألماس. فعند سماكات قليلة تزداد بشكل شديد متانة التماسك، وعند رفع السماكة تنخفض شدة الزيادة، بينما عند سماكات أكثر من 80 μm تكون زيادة المتانة غير ملحوظة، وبهذا فإن رفع سماكة الطبقة الكربيدية أكثر من ذلك غير فعال.



الشكل رقم 4

علاقة متانة التماسك بسماكة الطبقة الكربيدية الوسيطة

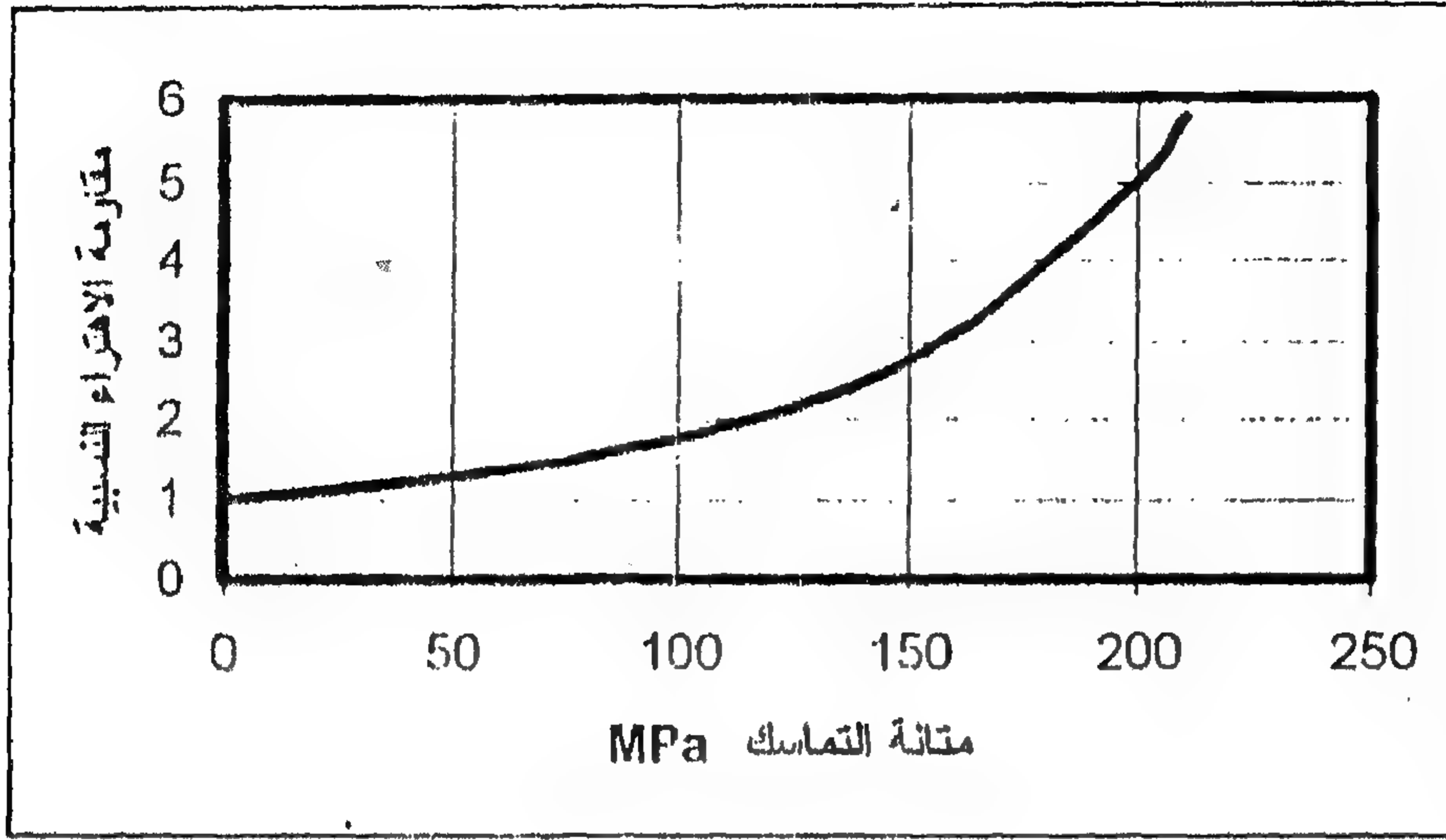
أكدت دراسة تأثير متانة التماسك على خاصية العمل أن متانة التماسك هي من أهم العوامل التي تؤدي إلى رفع مقاومة الاهتراء للأدوات. ولبيان علاقة متانة التماسك بمقاومة الاهتراء تم معدنة أدوات ذات لقم الماسية AC50 – 250/200 بالموليبدين، وخضعت اللقم لتجارب مخبرية وصناعية.

أجريت التجارب المخبرية على منصة قاعدة مخرطة حفر قطرية نموذج 2H58 . ولقد استخدم نظام الحفر

القياسي التالي:

- السرعة الميكانيكية المستمرة 384 m/h
- سرعة التغذية 80 μ m لكل دورة
- عدد دورات أداة 800 r.p.m.
- سرعة القطع الخطية المستمرة 2.11 mm/sec.
- عمق الحفر لكل اختبار 0.6 mm

وحدد اهتراء الأداة بفقدان الوزن بدقة 10 mg ، ونفذ الحفر على الغرانيت. إن الحفر بسرعة ثابتة يبين فعالية عمل أداة الحفر المجهزة بطبقة الماسية معدنة. يبين الشكل 5 نتائج هذا الاختبار حيث تؤدي الزيادة في متانة التماسك إلى زيادة مقاومة الأداة للاهتراء. ارتفعت مقاومة الاهتراء في حال استخدام متانة تماسك 219 MPa أكثر من خمس مرات.

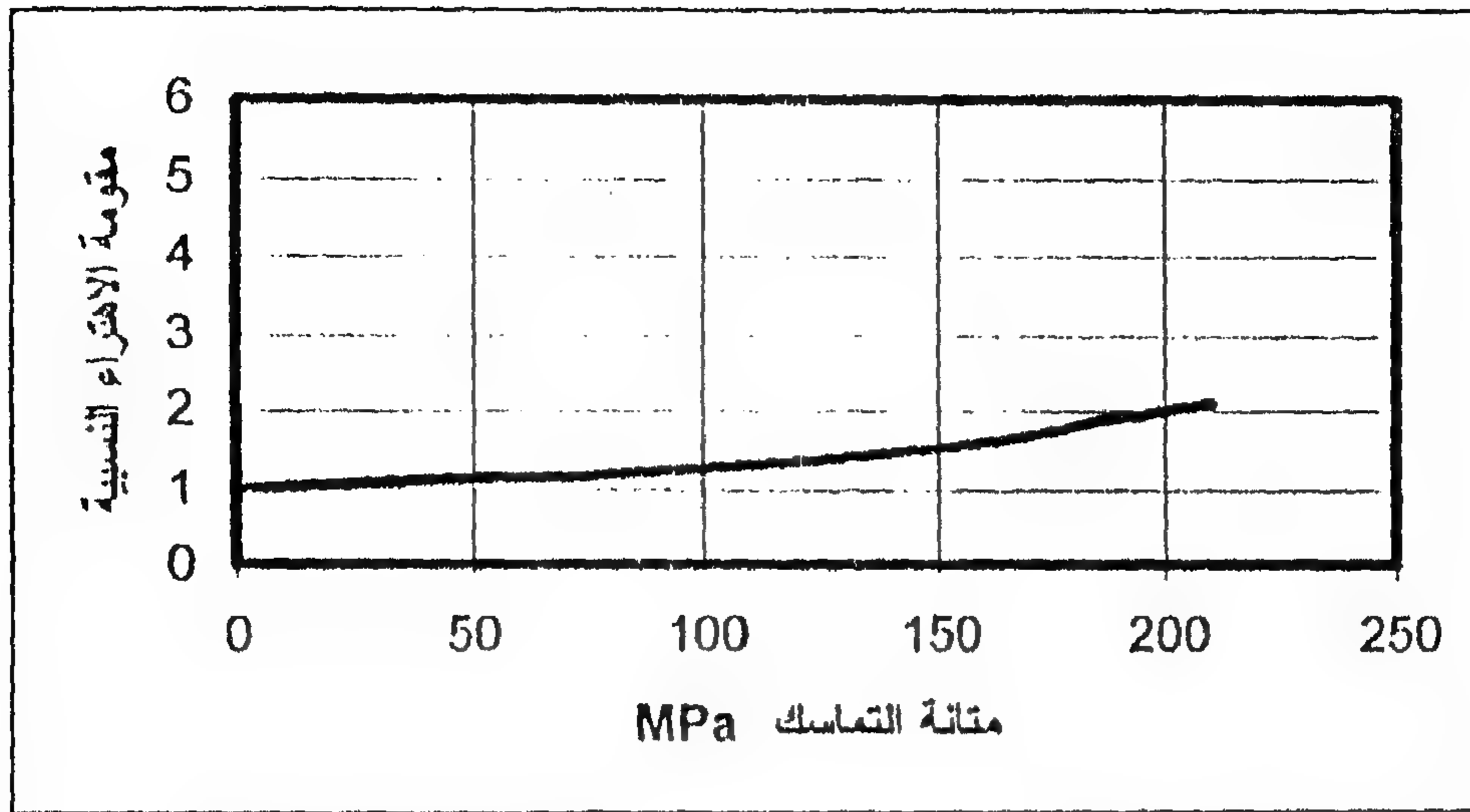


الشكل رقم 5
علاقة متانة التماسك بمقاومة الاهتراء النسبية
لأداة ذات الماس معدن
(مخبرياً)

استخدمت أيضاً لقم الحفر المجهزة بطلاء معدني في ظروف الإنتاج الحقيقي وذلك على آلة الحفر نموذج KB-4 وفق نظام العمل التالي:

- عدد الدورات 435 - 710.r.p.m
- الحمولة الأساسية 700 - 1300 kgf.
- السرعة الوسطية للحفر 2-7 m/h

أوردت في الشكل 6 نتائج الاختبار.



الشكل رقم 6
علاقة متانة التماسك بمقاومة الاهتراء النسبية
لأداة ذات الماس معدن
(صناعيا)

توضح الأشكال 5 ، 6 أن سمة العلاقة عند الاختبار المخبري والإنتاجي واحدة، بينما عامل زيادة مقاومة الأداة أقل. وهذا يحدث لأن ظروف عمل الأداة كانت أقل كساوة وذلك بسبب أن السرعة الوسطية للحفر أقل بكثير، وبالنتيجة عامل استخدام معدنة مساحيق الألماس أقل، وترتفع مقاومة الأداة حوالي 1.2 - 1.3 مرة في حالة المعدنة بالمولبيدين عندما بلغت متانة التماسك مع الألماس 30 - 60 MPa . ومثل هذه النتائج أوجدت سابقاً [7]، عندما تم معدنة مساحيق الألماس بالكروم والتيتانيوم - نيكل والتغستين - نيكل بطريقة الترسيب المغناطيسي.

النتائج:

- يشكل الموليبيدين عند معدنة مساحيق الألماس طبقة كربيدية وسيطة.
- تؤثر سماكة الطبقة الكربيدية الوسيطة على متانة تماسك الطلاء مع حبيبات الألماس، حيث تزداد متانة التماسك مع زيادة سماكة الطبقة.
- تؤثر متانة التماسك على مقاومة اهتراء لقم رؤوس الحفر المجهزة بمساحيق الماس معدنة، حيث تزداد مقاومة الاهتراء مع زيادة متانة التماسك.
- تؤدي معدنة مساحيق الألماس إلى رفع مقاومة الأداة إلى أكثر من 50 % ، وزيادة سرعة الحفر وبالتالي تزداد الإنتاجية 30 - 40 % كما ويمكن للأداة أن تعمل بدون تبريد.

المصادر العلمية:

1. تبسين ن.ف. مقاومة اهتراء المواد المركبة الألماسية لأدوات الحفر. كييف: 1993. - 191 صفحة.
2. خليل عزيمة. خصائص بنية المواد المركبة الألماسية /مؤتمر الأيام المغاربية الرابعة للدراسات حول الهندسة الميكانيكية. الجزائر 1999 .
3. تشيسياكوف إ.م.، شيبيلف أ.أ.، دودا ت.م. معدنة أدوات من مواد عالية القساوة. كييف: 1982. - 204 صفحة.
4. كالنين إ.غ.، بالشفوف ن.ف.، برخروف ن.ف. معدنة مساحيق الألماس. // مجلة المواد عالية القساوة. 1981. - عدد 8 - الصفحات 11 - 13 .
5. مغيلفسكي ن.م.، تشيسياكوف إ.م.، شخنوفيتش م.د. طلاء مساحيق الألماس ونتريد البورون. //مجلة المواد عالية القساوة. 1981. - عدد 2 - الصفحات 38 - 42 .
6. بانديار إ.ف.، بليانكينا أ.ف.، يونكو ل.م. تأثير الطلاء الموليبيديني على مساحيق الألماس / الطلاء المقاوم للاهتراء والتآكل. كييف: 1989. - الصفحات 47 - 50 .
7. أشموف س.أ.، بروف إ.ج. مارتينوف أ.غ. معدنة الألماس لريش الحفر. موسكو: 1989. - 27 صفحة.



جمعية المهندسين الميكانيكيين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية في الحفاظ على البيئة

1/3

الانتاج الانظف في الصناعات المصرية

أستاذ دكتور / احمد حمزة

الإنتاج الأنظف في الصناعة المصرية : التجربة وتحديات المستقبل

أد/ أحمد حمزة

كبير مستشاري وزارة البيئة-مصر

موجز

أدى تفاقم المشاكل البيئية في مصر الى توجيه الاهتمام لحماية البيئة والحفاظ على الموارد في إطار استراتيجية القومية للتنمية الاجتماعية والاقتصادية حتى ٢٠١٧ ، وفي سعي الدولة إلى توسيع القاعدة الصناعية لإيجاد فرص عمل جديدة ودفع عجلة التنمية فإن انتشار الصناعات الملوثة قد يؤدي إلى تدهور البيئة. وما لم تتكاتف الجهود لحماية البيئة فقد يؤدي استمرار التلوث لأخطار داهية على الصحة العامة والبيئة في مصر .

ويدرك الصناع أن الترويج لمنتجاتهم في الأسواق المحلية والعالمية يستلزم الحرص على تطبيق الاشتراطات البيئية والتي يصعب بدونها أن تتوفر في المنتجات مواصفات الجودة والسلامة الصحية والبيئية. وتستلزم تلك العوامل الناشئة الإقلال من الفاقد و الحد من التلوث لتحقيق الالتزام بمططلبات حماية البيئة. ولدرء مخاطر التلوث فإن الصناعة المصرية مطابقة بالتوسع في استخدام التكنولوجيات الأنظف لزيادة كفاءة الإنتاج وتحسين دورة حياة المنتجات.

وفي نطاق تطوير أساليب الإدارة البيئية في الصناعة فأنه يجب أن يؤخذ في الاعتبار خصوصية الأوضاع الاقتصادية والبيئية في مصر، وأن يواكب استخدام التكنولوجيات الأنظف توفير انكوارد البشرية والدعم المالي والفني لحفز الصناعات المستهدفة على الاستثمار في التكنولوجيات الأنظف.

وحتى يمكن دعم القدرات التنافسية للصناعة المصرية وزيادة انمردود الاقتصادي للإنتاج الصناعي فإنه من الضروري استخدام نظم مؤكدة وبتكاليف اقتصادية مع الالتزام بتطبيق القانون. ومن المهم تقييم النواحي التكنولوجية والخيارات المتاحة لخفض انبعاثا الملوثات لتلبية معايير حماية البيئة في مصر. ومن المتوقع أن تبني سياسات بيئية سليمة سيؤدي الى زيادة كفاءة الإنتاج وانخفاض تكاليفه وفتح الأسواق العالمية أمام المنتجات المصرية بما يفوق التكاليف التي تتحملها الصناعة لإدخال التكنولوجيا النظيفة ولتنفيذ برامج الرقابة والالتزام البيئي في المنشآت الصناعية العربية.

CLEANER PRODUCTION IN THE EGYPTIAN INDUSTRY

Ahmed Hamza, Ph.D.
Senior Advisor
Ministry of State for Environmental Affairs

From Waste Treatment to Waste Minimization: Experience and Prospects

Industrial development in Egypt suffers from intense polarization, as manufacturing facilities tend to concentrate in urban settlements where demand and growth rates are highest. At the same time, use of relatively old technologies, which generate appreciable pollution, is predominant in the Egyptian industry.

Since the early 1950's, the pattern of developing the manufacturing industry has been typified by establishing large production industry to feed another large manufacturing facility, which in turn supply feed stock to a third large plant in same location. Such pattern of industrial development often contributed to formation of "*pockets of intensive pollution*", which led to severe degradation of city environment and overloading of public infrastructure.

As a result of this chaotic situation, the environment has been afflicted with severe problems; the most important of which embrace deterioration of natural resources, impairment of agricultural productivity, and posing serious impacts on public health. In addition, environmental degradation has been aggravated due to: (a) the vast increase of industrial emissions owing to the steady expansion of existing manufacturing plants and the establishment of new industries, (b) improper end-of-pipe treatment of liquid and gaseous emissions and unacceptable disposal practices of hazardous residues, (c) difficulties in monitoring industrial emissions owing to the lack of instruments and trained personnel, (d) reluctance on the part of most dischargers to invest money in pollution abatement, (e) lack of professional management and trained personnel for operation of plant waste treatment facilities, (f) lack of machinery and responsibility for strategic planning for residue control for emission generated from industrial sources, and (g) inadequacy regarding facilities for operation of liquid and solid wastes management systems.

In response to the emerging environmental concerns, industry has initially reacted to the mounting public pressure by adopting *a strategy of pollution control through waste treatment*. However, in most instances, the end-of-pipe approach

faced serious operational problems, and transferred pollutants from one receiving medium to another; this led manufactures to look for other viable options to solve their pollution problems.

At present, the industry recognizes the need to avoid or minimize waste generation through introduction of modern processing technologies, effective management of production inputs, reuse of secondary materials and conservation of water and energy. This trend is further strengthened as government subsidies on energy, water and raw materials are gradually lifted and manufacturers are charged the actual costs of production inputs.

In an effort to relocate industry away from the congested urban centers, the Government has opted to establishing new industrial cities across the country. Manufacturing enterprises in these industrial cities are relatively modern and rapidly growing; their annual investments are large in relation to existing stocks, and adoption of pollution prevention measures can be easily accommodated during the course of industrial development in these new cities. On the other hand, most facilities in the old cities possess an aging industry, with limited investment available for improving or expanding existing manufacturing plants. In these aging industries, the cost of pollution prevention is usually higher per unit output.

So far, the public sector industries are unable to provide sufficient resources for retrofitting their out-dated facilities, or adding new cleaner production units. Moreover, it has proven difficult to adopt drastic measures to upgrade manufacturing technologies, particularly if they affect employment or cause basic changes in the traditional management practices. Despite these problems, it is encouraging to note that liberalization of industry and improving management capability in recent years, have progressively led to improvement in productivity and products' quality, which in turn reduced manufacturing wastes and pollution arising.

In the long-term, however, a formidable problem facing public industries with mature but aging facilities, is to allocate significant investments for modernization of exiting production equipment or their replacement with newer ones. This move, is at present coming up against numerous technological, social and financial difficulties, and cannot be expected to gain a large momentum soon.

Impact of Environmental Management on Waste Minimization in the Egyptian Industry

One major handicap in achieving effective industrial environmental management in Egypt has been the fragmentation of decisions in terms of both geographic boundaries and allocation among various uses. The interactions between industrial development, urban growth, and infrastructural support services, have not received systematic attention from the multiplicity of agencies involved. Thus wholly unrelated decisions on development of industry in a specific region inevitably produce negative impacts on environment, and other development activities.

To overcome these problems, a greater control has been exerted over industrial development in order to restrict unnecessary damage due to irrational siting or uncontrolled pollution in the longer term. The underlying conditions for effective management include an institutional structure which enables: (a) coordination of activities of public agencies involved; (b) an increased role in decision-making for those most affected by industrial development (local communities, workers, businesses); (c) enactment of a unified industrial permit system to enable efficiency in allocation and resolution of use conflicts; and (d) determination of the threshold level of damage incurred by industrial pollution which is unacceptable to society regardless of the short-term benefits which may accrue.

Manufacturing enterprises can adopt proper pollution prevention measures through elimination or reducing wastes generated during production; encouraging full cycle product/waste management services such as used solvents collection and redistillation, re-refining of exhausted lubricating oil, and cardboard packaging and recycling services; funding research and development out of profits; conducting in-house total quality control and employees' awareness and training programmes to encourage waste minimization and pollution prevention; employ environmental audits as a systematic procedure to identify opportunities for waste reduction and to undertake proper actions to overcome operational problems; and focusing on cost-effective cleaner production alternatives which may not impair process/product performance or reduce production rate.

Service industries represent a fast growing business in Egypt. They usually provide specialized services or lease products rather than selling them. They are

therefore, responsible for taking products after use for reconditioning before being offered for reuse. As such they contribute to the extension of products' life cycle. Service industries such as auto repair and maintenance of house hold appliances, can extend the serviceable life of capital goods far beyond their designed useful-life. Product-life extension is a strategy widely adopted by the service-oriented economy of Egypt; the focus in this case is directed to developing skills for provision of services rather than promoting manufacture and sale of new products. In essence, service industries are serving the same purpose of the cleaner production, which aim to conserve resources and increase products' useful life.

The Ministry of State for Environmental Affairs (MSEA) is promoting pollution prevention through enforcing relevant legislative instruments (the environmental law No. 4/1994), providing technical assistance, and offering easy-term financing for cleaner technology projects. Assistance of the donors community is provided to encourage integration of cleaner technologies in industry.

The Academy of Scientific Research and Technology through its Science and Technology Cooperation Program STC, is supporting industrial demonstration projects for pollution prevention with emphasis on application of cleaner production and waste recycling. Multimedia pollution prevention concepts are being examined to assess the potentials of product-life extension and the validity of applying "cradle-to-cradle liability" in industry. Governments are also exercising pressure to promote cleaner production through the vast purchasing powers of their central and local institutions.

The environmental advocacy groups are gradually gaining credence in Egypt. They have been able to exert some pressure on industry to shift their operation toward cleaner production. Some environmental groups are considering launching voluntary certification "eco-labeling" programmes to identify clean products (The Egyptian Society for Industry and Environment). Nevertheless, most consumers in the country are still basing their purchasing decisions on prices and personal preference rather than on environmental considerations. In addition, legal constraints impede efforts of consumer groups to publicize environmental risks emanating from polluting industries.

WASTE MINIMIZATION IN THE PETROLEUM INDUSTRY

Oil refining and downstream industries have expanded rapidly in recent years. At the same time, there has been a noticeable tendency towards integration of production facilities and introducing cleaner technologies. The economic pressures to improve cost-effectiveness and competitiveness of all sectors of the oil industry dictated this trend. The growing public demand to reduce pollution emanating from oil processing has also forced the industry to invest heavily in retrofitting older production facilities to improve efficiency and minimize wastes. The oil industry has to cope with two other problems; namely, the growing scarcity of water supplies in Egypt, and the high cost of wastewater treatment before discharge to water resources; this is mandated in the laws 48/1982 and 4/1994 in order to maintain proper quality of the country water resources. Both problems have shifted emphasis from end-of-pipe treatment to preventive solutions involving greater integration and rational use of process inputs, improvement of production processes, and reduction of waste generation to the maximum practical extent.

At present, most refineries in the country employ total recirculating systems for cooling applications and multiple-reuse of process water; this reduced water intakes to makeup for process and evaporation losses, and discharges to blow-downs. Through various desulphurization processes, dramatic reduction has been achieved in the sulphur content of the crude oil. In refining and down-stream industries gaseous emissions have been brought to acceptable levels due to recovery of particulate matter and recycling of the emitted gases. Other cleaner technology measures which have been adopted as standard practice include replacing barometric condensers with surface ones; increasing the efficiency of drying, sweetening and finishing processes to minimize generation of spent caustic, acids, and clays; installation of sour water strippers to reduce the sulphide, ammonia, and phenolic concentrations and recycling of stripped condensate to the desalter; and improving Claus conversion of sulphide gases to sulphur by selective gas sweetening through adsorption or by catalytic hydrolysis of carbon disulphide. Most urea fertilizer plants employ wet scrubbing of prill tower' emissions; and have installed cryogenic system for the separation of hydrogen in the ammonia production, in order to permit better ammonia recovery from the purge gases and reduce nitrogen oxide emissions.

Waste Minimization through Recycling of Industrial Residues in Egypt

Industrial residues are those end-products of primary production that have not been reused, recycled or salvaged. They are the non-product flows of raw materials whose economic values are less than the cost of collection and recovery for reuse; and therefore discharged as wastes. These residues could be considered as secondary products if there were appropriate technological means for converting them into usable materials and if the value of the subsequent products were to exceed the costs of reprocessing.

Residues in this case cannot be regarded as wastes but become an additional resource to augment existing natural materials. Recycling, reprocessing and eventual utilization of industrial residues offer potential of returning these secondary materials to beneficial uses rather than their discharge to the environment which causes detrimental effects on man and his amenities. Successful residue utilization involves (a) rendering recovered products suitable for beneficial use, (b) promoting marketability to ensure profitable operating, (c) employing appropriate reprocessing technology, and (d) creating an overall enterprise that is acceptable and economically feasible.

The present attitude, which favors the use of virgin materials in Egypt, is a consequence of economic and technical policies that developed during abundance of energy and natural resources. If effective utilization of residues is to occur, these "consumptive policies" should be reconsidered to encourage the generating industry or a specialized secondary industry to utilize the residues. Efforts are needed to develop new technologies and to institute suitable measures to promote waste reclamation; this can only be achieved if residues are considered as complementary resources rather than as undesirable wastes.

Uncontrolled discharge of industrial residues has contributed to appreciable environmental deterioration in the country. This is manifested in the following:

- Increased eutrophication due to excessive discharge of nutrients;
- Microbial contamination that may impair quality of the receiving water bodies;
- Depletion of dissolved oxygen in surface* water, fish kills and septic conditions;

- Offensive odors due to anaerobic decomposition of organic residues;
- Unsightly conditions in waste-storage and land-disposal sites.

Management of industrial residues is still being tackled in a piecemeal manner, and was rarely considered within the context of a comprehensive resources conservation scheme; constraints which hamper effective reuse of residues include: (a) lack of economic incentives and government subsidization; (b) scarcity of managerial and technical skills needed for effective waste utilization; (c) shortage of capital for investment in residue reprocessing; (d) unreliable information concerning marketability of the processed residues, and (e) unfavorable consumer attitude.

When assessing the economics of residue utilization schemes in the industrialized world, the higher labor costs required for reprocessing compared to the relatively cheaper costs of primary production frequently hinder reprocessing of residues. In the less developed regions, the situation is reversed, since most residue recovery schemes are cost-effective due to availability of manpower and better marketability of the reprocessed materials.

Despite the fact that residue utilization has not been promoted on the basis of resources conservation or concern for environmental protection, the economic incentive generally acts favorably for the development of successful reutilization systems.

Reprocessing technologies are applied in Egypt for recovery of waste paper, glass, plastics, food processing residues, and metal scraps. While modern technologies are yet to be employed in reprocessing plants, present technologies are, by and large, efficient and cost-effective. Examples of residue reprocessing in Egypt include:

Whey utilization: Dairy processing generates heavy loads of polluted effluents which contain dilutions of whole milk, separated milk, whey and sanitizers used in the Clean-In-Place (CIP) system. White cheese processing consists of mixing skimmed and dry milk, heating, addition of salts and rennet; the mixture is left for separation. The separated whey is commonly discharged to the sewerage without pretreatment, thereby increasing production losses and aggravating pollution problems. The dried whey can be blended with basic food materials to produce less expensive foods such as fruit sherbets, custards and bakery goods. Reverse

osmosis has been applied on a limited scale in some dairy plants in Egypt to produce a protein supplement and recyclable water; the technical and economic aspects of full-scale application of this advanced treatment remain to be evaluated.

Starch residues: Wastewater originates mainly from the stepping process in which clean, broken, rice seeds are macerated in caustic soda for dissolution of proteinaceous matter; protein recovery from starch wastes is being practiced by multi-stage evaporation and the recovered protein is utilized as a basic ingredient in animal feed production. A novel system is currently under investigation for successive acidification and neutralization of starch wastes to remove suspended solids and soluble organics prior to activated sludge treatment. The recovered sludge is dried for subsequent use as animal feed.

Canning residues: Processing of fruits and vegetables generates large amounts of wastes in the range of 25-50 percent of the raw materials; they include spoiled raw materials, peels, pith and trimmed parts. Solid waste generated from the canning industry is occasionally sold as animal feed. However, the lack of an organized collection and proper storage systems, result in residue putrefaction. This often renders the accumulated residues unsuitable for feeding formulae.

Edible oil wastes: A continuous-flow unit has been designed for the treatment of oil wastes using a system comprising diffused air flotation in a field demonstration project sponsored by STC. Removal of oil and suspended residues was effectively accomplished by air flotation in conjunction with chemical coagulation. The recovered oil is successfully used for the production of low-quality soaps.

Brewing Wastes: The residue of malt filtration is sold as animal feed or as soil conditioner. In the brewing process, hops are added to give the characteristic aroma. fermentation is performed using pure culture of *saccharomyces cerevisiae*. Part of the residue is recycled with fresh culture for fermentation of subsequent batches. The beer slops are normally discharged to the sewer system, which causes serious problems to the sewerage network. It is possible to utilize brewing residues as organic fertilizer. The feasibility of this approach is influenced by two important factors, (a) the economics of land application of residues, and (b) means of avoiding exceeding the capacity of the land to assimilate the residues.

Spent clays: Diatomaceous earth is widely used as a filter aid in food processing and as a bleaching agent in oil refining. Considerable amounts of spent clay are

presently discarded, which pose serious environmental problem. Residual oil in the spent clay may reach 40 percent. A field demonstration project for reactivation of spent clay demonstrated that caustic treatment can recover over 70 percent of the entrained oil, while solvent extraction is capable of recovering about 90 percent of the lost oil. The remaining clay can then be burned under controlled condition to produce reactivated clay with more or less similar bleaching power to that of the imported clays. Application of this technique in a centralized unit would be cost-effective because of the high demand for the recovered oil and the regenerated clays. Regeneration will also alleviate the disposal problems of the spent clay.

Straw Pulping: The escalating prices of imported pulp, and the concomitant increased demand for paper have contributed to the recent increases in wastepaper reuse in Egypt. Reprocessing practices involve cutting of straw, separation of foreign matter and semi-chemical digestion in an alkaline medium. The waster paper is sorted and subjected to screening and homogenization with the digested straw before feeding to the paper machine. Development of efficient collection techniques for straw and other agricultural residues will increase the stocks of cellulose fibbers and permit increased usage of local raw materials for paper processing.

Reuse of Other Cellulose Residues: About 50 percent of the municipal refuse contain cellulose; added to this are agro-industrial residues from canning, drying and extraction processes. The most acceptable method for breaking cellulose residues into simple sugars is enzymatic hydrolysis.

Cleaner Technology Applications in the Egyptian Industry

As awareness of the serious effects of industrial pollution on environmental quality has increased, so has the realization that proper measures must be implemented to protect the environment in Egypt.

Problems of industrial pollution are compounded by: (a) the vast increase of industrial emissions owing to the steady expansion of existing plants and the establishment of new industries; (b) improper end-of-pipe treatment of liquid wastes and unacceptable disposal practices regarding hazardous residues; (c) difficulties in monitoring industrial emissions owing to the lack of instruments and

trained personnel and (d) reluctance on the part of most dischargers to invest money in pollution abatement.

Liquid effluents from industrial sources are some times pretreated on site before discharge to public sewers. Since more than 75% of industrial establishments in Egypt are state - owned, it is virtually impossible to enforce the emission laws owing to economic, technological and political constraints.

The drawbacks of the existing management system for industrial pollution include lack of expertise for industrial environmental management, ineffective industrial planning, and failure to integrate environmental impact assessment in industrial development, and inadequate monitoring and enforcement of industrial emissions.

In recognition of these drawbacks, EEAA has developed a long-term strategy to ensure environmental-soundness of industrial development in Egypt. The strategy components include: (a) development of master policies to promote the quality of the environment through implementation facility-specific programs for abatement of industrial pollution; (b) supervising regional and self-monitoring programs for pollution control; (c) reviewing and assessing major industrial and trade activities within the scope of national guidelines for environmental protection and (d) proposing remedies for existing deficiencies in the waste management system and implementing a practical schemes for waste treatment.

EEAA has launched an industrial pollution abatement program based on achievable and cost-effective practices to implement interim and long-range plans for the control of industrial liquid and solid wastes. The World Bank is offering a financial package of US\$ 50 million for investment in cleaner technologies and pollution prevention in the Egyptian manufacturing industries.

The rapid expansion and diversification of the manufacturing industry in Egypt, coupled with a lack of an efficient waste abatement system, have resulted in serious pollution problems. In addition, the absence of a rational environmental protection strategy and the imposition of ambiguous and unrealistic emission standards have led to a chaotic situation.

Chemical industries in Egypt are mainly medium-to-large-size; they discharge their effluents into water bodies and the sewerage system without pretreatment. However, industrial plants will be forced in the near future to install pre-treatment

units or pay heavy fines for their polluted discharges. A logical alternative is to install new equipment or modify existing production systems to minimize processing losses and to conserve material inputs. The following is a brief description of the production processes and proposed CT measures of various chemical industries in Egypt.

▪ Chlor-Alkali and Inorganic Chemicals

Miser chemicals company MCI produces chlorine and caustic soda (mercury cell process). Soda ash (Solvey process), in addition to hydrochloric acid, calcium hypochlorite and hydrogen peroxide. The Egyptian Petrochemicals Company EPCC produces caustic soda and chlorine (diaphragm cell process) for on-site use in the production of PVC.

Chlorine production by the mercury cell consists of two sections: the electrolyzer and the decomposer or denuder. Mercury flows in a thin layer at the bottom of the electrolyzer acting as the cathode of the cell, and the brine flows concurrently on top of the mercury. Parallel graphite or metal anode plates are suspended from the cover of the cell. Electric current flowing through the cell decomposes the brine, liberating chlorine at the anode and sodium metal at the cathode. The metallic sodium forms an amalgam with the mercury. The amalgam from the electrolyzer flows to a denuder. The spent brine is recycled to the brine purification process. In the denuder, the sodium-mercury amalgam is the anode and the cathode is iron or graphite. De-mineralized water is added, and this reacts with the amalgam to form hydrogen and caustic soda.

Options of Cleaner Technology

Management and housekeeping practices in the chlor-alkali processing receives first consideration in establishing measures for reducing or eliminating wastewater discharges, and these could include control of water usage, recovery of useful or salable byproducts, and process modifications. The brine treatment and cell room areas are being equipped with fiberglass gratings to collect all spills and leaks. Mercury bearing wastes should receive sulfide precipitation, followed by pressure filtration. This will also remove other heavy metals, which may be present in the stream. The precipitated mercury waste may be stored in a lined pond, transferred to a secure landfill, or processed for recovery of the mercury. Where further treatment is needed; the filtered effluent can be passed through granular activated

carbon beds for removal of residual metal sulfides and metallic mercury. This cleaner technology CT has been thoroughly investigated at Miser Chemicals Plant.

The solids contained in the brine muds in MCI, as well as those resulting from other parts of the plant operations should first be examined for possible byproduct recovery, either on site or elsewhere. Since such residues may contain toxic substances, extreme care should be taken when disposed of in landfills to avoid runoff or drainage into surface waters or seepage into ground waters. Disposal grounds may need to be sealed and provided with surrounding walls to prevent both seepage and surface runoff.

Mercury Decontamination

An extensive sampling campaign conducted in 1992 in and around the MIC plant, indicated heavy contamination with mercury. Peak concentrations were 800 ug/l in the Cell Houses [maximum allowable in the work environment is 50 ug/l], wastewaters and sediments contained up to 7500 and 2900 ug/l, respectively. Contamination of the walls, ceilings, and floors of the Cell Houses reached serious levels up to 122000 mg/kg, in some instances.

A remediation project has been implemented by MCI; the project involves total demolition of the two Cell Houses, and containment of the contaminated derbies and equipment in a restricted landfill site in a desert site, about 80 km far from the plant. The landfill contains an impermeable base and cover comprised of two layers of asphalt concrete and a layer of sulfur to act as a mercury immobilization barrier. The diaphragm cells as part of a comprehensive rehabilitation project at MCI replaced the hazardous mercury process. The decontamination project, though expensive, illustrates MCI commitment to conserve the environment and attain better working conditions for its employees.

▪ **Manufacturing of Organic Chemicals**

The Dyes and Chemical Company ISMADYES operates a manufacturing complex near the city of Kafr El-Dawar. The complex has two major plants - Italian and Polish- and produces wide range of dyes, auxiliaries and textile intermediates. ISMADYES imports compound of simple chemical constituents and subsequently convert them into more complex products, such as dyes and industrial chemicals. Dyes produced constitute mainly Azo dyes, Naphthol dyes, Acid dyes, Sulfur

dyes, and Aniline- black. Intermediates produced are Hydrocarbons or their derivatives containing Amino, Hydroxy, Nitro, Sulfo, Cynao, Thicken and Azo groups. ISMADYES is considered one of the major sources of industrial pollution in Alexandria as its emission of liquid and toxic effluents amounts to 5 million cubic meters annually. This large quantity of heavily polluted effluent is currently discharged to a drain and ultimately disposed of in Abu Kir Bay.

Options of Cleaner Technology

A practical approach to reduce pollution at reasonable investment encompasses segregation of the heavily polluted dyes processing effluent followed by lime treatment using high dosages (> 1000 mg/L). The pretreated effluent is then subjected to recarbonation using the lime stack gases to remove color constituents.

ISMADYE represents a classical example of a relatively old manufacturing facility in which the cost of retrofitting to minimize wastes may far exceed the cost of installing a new production technology. A rational waste minimization for the existing plant should, therefore, emphasize good operating practices which involves procedural, administrative, or institutional measures that the company can use to minimize waste.

Good operating practices apply to the human aspect of manufacturing operations. They can be implemented with little cost and, therefore, have a high return on investment. These practices can be implemented in all areas, including production, maintenance operations, and in raw material and product storage. Good operating practices include (a): management options such as employee training, incentives and bonuses, and other programs that encourage employees to conscientiously strive to reduce waste, (b) material handling and inventory practices such as programs to reduce loss of input materials due to mishandling, expired shelf life of time-sensitive materials, and proper storage conditions, (c) loss prevention to minimize wastes by avoiding leaks from equipment and spills, and (d) waste segregation practices to reduce the volume of hazardous wastes by preventing the mixing of hazardous and nonhazardous wastes.

▪ **Leather Tanning**

The largest concern is El-Nasr Tannery in Alexandria. The sides received (local or imported) are either cured green salted or brined hides. Salting the hides for a

period of 10-30 days is necessary to reduce the moisture content by diffusion and osmosis and to stop biological deterioration of the keratin and hide constituents.

Tanhouse processes starts with bating in rotary drums using pancreatic enzyme and solution of ammonium salts. The process results in deliming the skin, reducing swelling, peptizing the fibers and removal of any protein degradation products.

Chrome tanning is common in most Egyptian tanneries. Sodium formate and chrome tan is added to the pickle solution and the process is performed in rotary drums. At the end of the tanning process, alkali solution is added slowly to increase the pH of the tan liquor for chrome fixation. The tanning process contributes substantially to the waste load and represents the major source of heavy metals in the tanning waste.

Cleaner Technology in the Tanning Industry

Field investigations of El-Nasr tanneries demonstrated the feasibility of several in-house waste minimization techniques including process changes, recovery and reuse procedures and in-process treatments that can mitigate pollution loading.

A "straight-through" hair - burn process, in which soaking, unhairing, bating, pickling and tanning is accomplished within a single processing unit, can replace the traditional hair-save methods of leather production. Besides eliminating numerous hide handling steps, this process change may result in 50% reduction in beamhouse-tanyard effluent volume.

One-bath chrome tanning is the process in which hydrated chromic sulfate complexes react with the biologically-occurring, fibrous protein substrate, collagen, to form leather. One widely used means of driving this chrome fixation - reaction to practical completion is the offering of an excess of chromatin (III) sulfate. In modern practice, as much as 150% of the chrome ultimately taken up by the hide may be offered. The excess chrome is discharged to plant sewers when tanning is complete. Following the discharge of these spent tanning liquors, relatively large volumes of wash waters are used to remove surface impurities and to extract unwanted salts and oils and greases from the tanned hides.

As much as 2 kg of chromium may be discharged in one cubic meter of waste from a single hide processor. Even though these tanyard discharges are the major

contributors of chromium to the total tannery effluent, as much as one- third of the chrome comes from non-tannery activities.

The principal objective of spent chrome recovery is the concentration of chrome in relatively dilute process wastes to yield a sufficiently chrome-rich byproduct which can be recycled, while substantially reducing effluent levels. The most effective means of achieving this chromium separation/ concentration is by precipitation with alkali followed by sludge thickening and filtration.

One of the most important factors in the design of an efficient treatment system for chrome recovery is the correct choice of alkali for precipitation. While all available alkalis (soda ash, aqueous ammonia, hydrated lime and caustic soda) demonstrate chromium hydroxide precipitation capability, hydrated lime has been widely accepted for plant applications abroad.

Chromium hydroxide has a relatively low particle density and it is highly hydrated in an aqueous system. Thickening is impractical within the observed range of suspended solids concentrations without further chemical treatment. Only hydrated lime-chromium hydroxide precipitate responds favorably to the addition of coagulants and/or flocculants to yield large, dense, rapidly settling floc particles. The formation of calcium sulfate during the lime addition is believed to further improve floc density and settling. The lime-precipitated sludge can be readily filtered to yield a high-chromium filter cake suitable for land fill or subsequent acidification and reuse.

The hydrocyclonic separation of calcium sulfate from reacidified chrome is a major process innovation in the chrome recovery system. However, in light of the unspectacular removal efficiencies observed in plant applications, various operating parameters including flow, pressure and orifice diameter should be studied to "optimize" this separation. Also, this unit operation should be investigated as a tool for the treatment of suspended solids in other waste fractions.

Another CT option presently applied is the two stage "TAL" tanning process. The first stage uses liquor based on titanium, aluminum and magnesium, with no chromium. In the second stage, a chromium tan is used with 9% chromium instead of the normal 17%. This results in leather with chromium content of about 3% but with characteristics comparable to traditional leather. Residual chrome in the spent

liquor is reduced because less chrome is used initially and the percentage uptake is greater. The overall effect is to reduce the chromium content of the spent liquor from 1,200 to 350 ppm and the level in the final effluent to 10 ppm.

▪ Tire and Inner Tube Manufacturing

Tires are produced at the Transport and Engineering Company (TEC) by mixing chemicals and the imported rubber in closed mixers to form a paste, followed by tire molding and building up the tires with threads and wire. The tires are then cooked in curing pressure vessels and subjected to a finishing process, which include painting and grinding.

The solid waste generation within the tire and tire products industry is largely attributable to the packaging materials for carbon black, mineral segments, and other chemicals used in the process. Rubber waste occurs at virtually all stages of the process, with the exception of fabric coating.

Primary air emissions attributable to the tire and inner tube industry are those resulting from open burning, drying operations, and on-site utilities associated with the process. Suggested air emission control measures include: (a) bathhouses to control particulates generated in the compounding areas, (b) dry collection systems to control particulates generated in sidewall grinding areas, balancing machine, areas, and tire repair areas, (c) control facility for particulate and solvent emissions generated in painting areas, and (d) oil/water separator enclosures.

Cleaner Technology in the Tire Industry

A recent diagnostic environmental audit proposed several in-process control measures including: (a) installation of soapstone discharge control system, (b) spills and leakages control from drip pans, curbs, and collection sumps, (c) protective measures incorporated in the maintenance program to reduce pollution such as regular inspection of heat exchangers to prevent contamination of cooling water and (d) automatic feeding of Carbon black to the mixing machines.

Waste minimization should emphasize preventing access of hazardous residues to the wastewater network. For example, organic solvents should not be allowed to enter wastewaters. Solvents should be recovered and reused whenever feasible. Any organic solvents that are in aqueous wastes should be stripped out to the

greatest extent possible before sending the wastewaters to the sewer system. Solvent recovery not only saves raw materials costs but also reduces waste-treatment costs. Organic solvents are such high strength wastes that it is generally considered good practice to install automatic devices for monitoring wastewaters streams for excess solvents that could arise from spills, leaks or other malfunctions. Alarms connected to the monitors can provide warning in sufficient time to intercept and prevent accidental spills. Adherence to rules of good practice throughout the TEC plant provides a close check on raw materials and products and reduces spills, inadvertent discharges and spoiled batches. Waste loads can be further reduced through continuous monitoring and elimination of wastes during weighing, and measuring of components, the addition of ingredients during the process, weighing and measuring during various stages of processing, and the determination of the finished yield.

▪ Pulp and Paper Industry

The pulp and paper industry in Egypt relies on agricultural residues as the source of raw material; rice straw and bagasse represent over 90% of the fibers used in pulping. These short fiber raw materials produce pulp similar in properties to hard wood pulp, and consequently there are limitations to the use of a higher proportion of local raw material pulp when producing fine varieties of paper.

From the environmental point of view, a major problem in the use of non-wood fibers, and in particular of rice straw, is the high silica content. The silica reduces the efficiency of the recycling and wastewater treatment systems; it also forms deposits in the evaporators and on boiler tubes. Since the efficient recovery of cooking chemicals is an important requisite for pollution control as well as for the economic running of a pulp mill, this silica problem has to be overcome.

The General Company for Paper Industry RAKTA, established in 1960, is probably the world's largest and leading rice straw pulp mill. Its production amounts to 45,000 tons of bleached rice straw pulp per year. National Paper Company Paper mill is located adjacent to RAKTA in the Tabia area; the plant utilizes mainly imported and reprocessed waste pulp in addition to the production of small amounts of rice straw pulp on site.

Utilizing agricultural residues such as rice straw has come up against several obstacles. Perhaps the most serious is the primitive technology for pulping the

residues, when compared to the new and sophisticated developments in pulping wood.

Rice straw can be easily pulped, alkaline cooking being the most suitable method. No process had proved itself yet for the recovery of cooking chemicals from the black liquor coming out of the pulping process. The lack of a recycling pathway was a severe handicap. The black liquor, containing about one half by weight of the straw quantity and all of the cooking chemicals had to be continuously dumped, whereas had recovery of the chemicals from rice straw black liquor been possible, dissolved inorganic matter could have been recycled and pollution would have been considerably decreased.

Despite RAKTA concerted efforts, caustic recovery has been hampered due to: frequent problems in operating the recovery system owing to increased scaling rates in the evaporators, high viscosity of the black liquor; increased amount of sludge at the recausticizing stage; and inferior quality of burned lime.

Options of Cleaner Technology in the Pulp and Paper Industry

Measures of CT in pulp and paper, and paper conversion industries involve wide range of technical options ranging from process modification to material recovery and recycling, and procedural changes to improve house keeping and material handling. Water conservation and reuse, a reduction in the loss of fillers and fibers and efficient recovery of chemicals from the spent cooking liquor are keys to a proper choice of in-plant measures. Reviewing the practices of the paper and pulp industry abroad, it becomes clear that the consumption of water / ton of paper produced has constantly been reduced with the passage of time. This has been made possible by the use of efficient methods of pulping, chemical recovery, and reuse of water.

The white water from the wire and couch pits is partially recycled in RAKTA for processes such as pulping and dilution of stocks. Secondly, saveall-clarified water is reused in some processes. However, for a well-controlled saveall operation, shower applications of clarified water appear very promising. The large volume of water required for vacuum-pump seals can also be similarly provided for after necessary pH adjustment. The use of saveall-clarified water for felt showers has always been debatable as the requirement of quality water for this application is sometimes not met with. Using high-pressure showers can result in a saving of as

much as 90% as compared to low- pressure showers. Cooling water should be collected and reused. Gland seals replaced by mechanical seals or fresh- water seals go a long way towards reducing leakages and contamination.

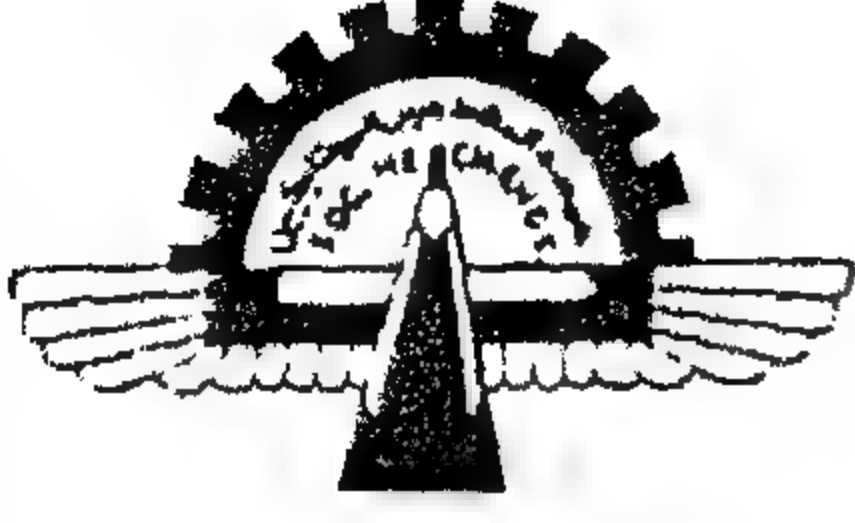
The key to water reuse and reduction in fiber loss is the use of efficient savealls. Drum-flotation and polydisk- type savealls may be used in the Egyptian paper mills. Inclined screen savealls are not recommended, as they do not remove suspended matter effectively. The clear liquid from these savealls cannot be reused in applications other than stock dilution, and may appear in the liquid effluent. Rotary or drum saveall are more effective than the ordinary screen type and the clear water from these savealls can be utilized in selected paper-machine showers and raw-material preparation. Flotation savealls are of two types-vacuum and pressure. The latter is more commonly used. Air bubbles attach to the fiber particles in the presence of coagulating and flocculating agents and rise to the surface along with the material to be separated. Pressures up to 4 atm have been used in pressure flotation savealls.

The principle of settling-tank savealls is the same as that of continuous thickener except that the raw water is first treated with coagulating agents such as alum and alkali at a pH of 6 or a little lower. Polydisk savealls contain a number of disks on a common horizontal shaft. Each disk consists of a number of ribbed sectors covered by a filter medium with water flowing via the filter medium to the sector with repeated switching on or off of the vacuum pump. Disk savealls are very stable in operation, requiring less space and maintenance. Flotation savealls used in RAKTA, on the other hand, occupies more space and uses higher doses of coagulating agents but have lower initial capital cost.

Repeated and extensive water reuse results in increased temperature and build-up of suspended solids that can lead to plugging and reduction in life of felt wires and shower nozzles. The dissolved solids accumulate odors, color, slim and foams and lead to corrosion and scaling of the process equipment and operational problems. Therefore, an investigation is underway to optimize the operating conditions of the saveall system at RAKTA paper mill.

The conventional chlorine-hypochlorite bleaching at RAKTA is causing concern, due to discharge of potentially carcinogenic residues. RAKTA is presently studying the economic feasibility of replacing the existing system with oxygen bleaching in order to reduce the quantities of reagents, and to reduce hazards to

the environment. The proposed oxygen bleaching will be carried out at 120°C in a reactor of revolving plates for about 30 to 45 minutes. Pulp at 25% consistency will be introduced at the top of the reactor, falls down through plates and is withdrawn at the bottom. Pulp is then washed before introduction to chlorine bleaching. Wash water may be used for brown stock washing thus reducing the requirement for fresh water. RAKTA is planning to utilize the excess oxygen produced at the adjacent urea plant as a source for this new bleaching process; commissioning is expected in early 1992. An environmental monitoring study may be carried out as part of this project to assess the impacts of the new bleaching system on water consumption and pollution loads.



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

التقنيات العالمية الحديثة المرتبطة بالهندسة الميكانيكية

2/3

فوائد التكنولوجيا النظيفة بيئياً والمنتجات
الصديقة للبيئة

دكتورة / سامية جلال سعد

BENEFITS OF ENVIRONMENTAL CLEAN TECHNOLOGIES AND PRODUCTS

Samia Galal Saad, Ph.D.
Professor of Environmental Engineering
High Institute of Public Health
Alexandria University
&
Consultant to The Minister of Environment

INTRODUCTION

The declining availability of natural resources and the escalating demands on products as impacted by consumerism mandates both developing and developed countries as well to change their consumption patterns. Life cycle assessment of many products indicates that there are several interventions which can reduce raw material losses, both energy and water consumption/ unit of product, and released polluting vapours, liquid and hazardous wastes emissions to the indoor and outdoor environments.

Clean technologies are identified as those technologies, which produce a product that is environmental friendly during all its production cycle. The concept of cleaner technologies should not stop at the level of the manufactured product but should extend to the final destination of the used product. Designing products with the possibility of dismanteling features after their service expiry for possible recycling and reuse of parts is a new characteristic for environmental friendly products. The choice of raw materials with minimal environmental impacts during their extraction, processing, shipping and storage is an important dimension in the life cycle assessment of the product. The higher the percentage of recycled material in the starting raw materials the better the environmental preference for the product.

In Egypt as well as all over the world, processing technologies with water and energy conservation features are highly needed now to save in the production cost as well as achieve easily the compliance with the environmental laws. They also lead to minimizing the cost of end of pipe treatment units since the volume of wastewater to be treated will be minimal and at a higher concentration which can increase the efficiency of treatment.

Environmental friendly sources of energy with minimal emissions of SO_x and NO_x are to be preferred to those of higher concentrations of those gases and hydrocarbons due to the later toxic and carcinogenic effects. Renewable energy sources as solar and wind energies are the most environmental friendly and their use in processing increases the environmental friendliness of the product.

Some industrial sectors are usually medium to small scale industries as the case with food industry. Upgrading the controls in the processing line may seem to be an added cost of production yet the return on investment is usually very high since there will be a drastic reduction in valuable products that can be packed and sold to its last drop. Vivid examples are there in soft drinks bottling industry where massive reductions

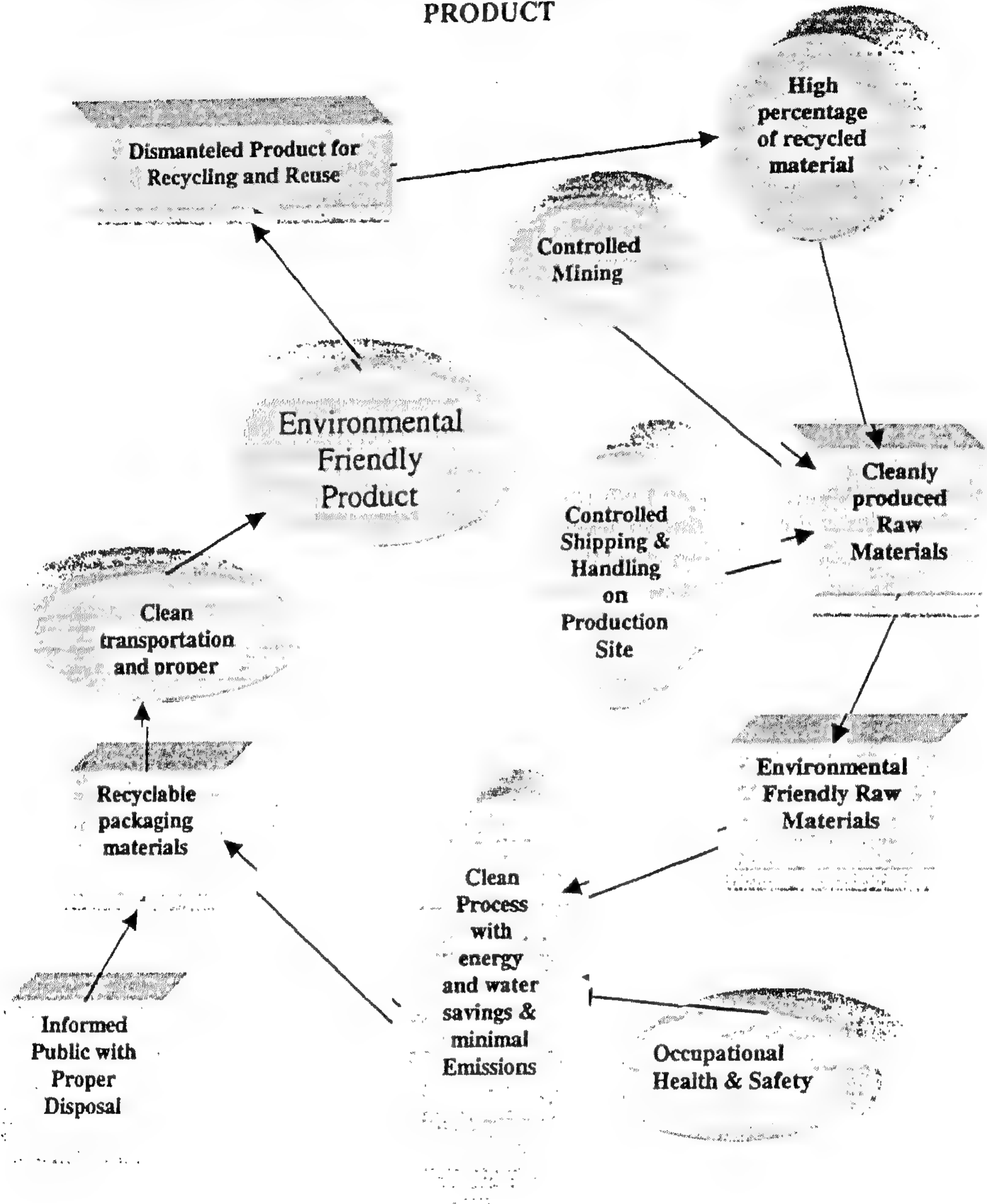
can be achieved by installing liquid interface sensors adjusted at the lowest liquid level in the syrup tank to eliminate the large volume usually left to prevent the damage of the syrup feeding pump to the bottles. The use of similar sensors can drastically increase the productivity of the packed edible liquids and prevent their discharge to the wastewater system with an increasing organic load to be treated and the encured cost of treatment.

Improving the performane of all types of heat, pressure, speed and feeding mechanisms is vital to reduce production losses and turning production with incremental side products. This can be achieved by serious adoption of proactive maintenance which is the pivot to cleaner production and achieving the integrated environmental management schemes.

Choice of packaging materials to be the recyclable type or the reusable one as in case of the return bottle policy is essential and technologies dealing with the recycling and reuse are environmental friendly. It is also needed to develop the simple technologies used for several materials recycling in order to improve the quality of their product, improve their working environment and minimize their emissions to the ouside surrounding environment.

For the sake of this paper an electroplating plant is taken as a case study to show how cleaner technologies and production of an environmental friendly components can be approached.

FIGURE (1): LIFE CYCLE OF AN ENVIRONMENTAL FRIENDLY PRODUCT



PROFILE OF ELECTROPLATING INDUSTRY IN EGYPT

Electroplating industry is one of the highly polluting industrial activities, which cannot be avoided for its importance in protecting metal surfaces from corrosion as well as giving them attractive appearance highly liked by consumers. In developing countries most of the electroplating activities are usually carried out at either a small or medium industrial scale factories. In large-scale metal manufacturing industries they present one of the finishing processes for the manufactured metal parts.

The following table (1) gives a summary of the different industries where electroplating activities is taking places:

Table (1) Summery of The Major Electroplating Industrial Activities

INDUSTRIAL ACTIVITY	SCALE OF INDUSTRY	COMMENTS
Automobile parts decreasing number is now plated in light transportation cars, motorcycles and bicycles.	Large	It represents one of the finishing processes and the production line is relatively small. This is a decreasing activity as most parts are now manufactured of plastics.
Electronic printed circuits	Large Scale Plants producing assembled TV, Radios, Computers	Increasing industry to cope with the national and international demands.
Medical surgery tools, scissors, cutters, etc	Medium- scale plants	It is not expected for this industry to shrink, as metal surfaces should be smooth to avoid bacterial contamination.
Printing cylinders for textiles, plastic films and paper.	The preparation shop is small-scale activity in large-scale textile, and paper printing large plants.	Changes are taking place now towards cleaner production techniques where minimal electroplating waste is generated.
Table and kitchen ware	Medium-scale plants and part of large-scale metal manufacturing plants.	An increasing number of plants to meet the demands of increasing population.
Oriental hand-made ornaments for tourists	Small-scale workshops	This activity is facing a slowly increasing status which grows with the growth of tourism in Egypt.
Precious metal Jewelry manufacturing industry	Small and very small-scale industry where precious metals are disposed.	Limited recovery activities one or two jewelry smith to recover gold, silver and platinum utilizes using Electro-stripping

		technique.
Household appliances part as grids, knobs, frames pulling hands, etc.	Processing line in medium scale plants	This line of production is phasing out as most metal parts are covered with plastic metallic coatings or varnishes and/or Teflon coats in heat exposed parts.

Small and medium scale production scales makes it difficult for most plants to cope with the environmental law requirements mandated by the Egyptian legislation. The economy of scale is not in favor of small-scale plants and they have to join forces to work out a plan that can help them solve their waste disposal problem collectively.

Medium scale plants have to adopt source reduction as well as cleaner production methodologies in order to reduce their end of pipe treatment cost as well as ease their final disposal problems.

The magnitude of the environmental problem initiated by metal plating cannot be accurately estimated as most of those small-scale plating shops may not be recorded or officially licensed and currently located in squatter areas to avoid any legal liabilities specially paying social security for their workers.

A policy for handling the environmental problems emanating from the sporadic locations of all the identified sources of plating wastes has to be developed in order to minimize all the serious pollution problems stemming from this industry.

As a general policy it is now recommended for all industries to replace those electroplated metal parts where-ever there is a replacement product for them. Plastic moulds where the metallic look inducing particles are molded in the polymer matrix are becoming more and more accepted in assembly lines of different products.

This paper is giving a case study for changing a medium sized private sector plant into an environmental friendly plant. Based on the experience gained while trying to solve the plant problem, a vision was gained to be adopted by the policy makers handling the environmental problems stemming from this industrial activity.

The plant was ready to spend the budget needed for the end of pipe treatment yet the plant management was facing all types of problems concerning getting the permits for final disposal of their treated effluent. The study indicates the problems most of the similar plants located amid of agriculture or residential areas can face. The plant did not have accessibility to a sewer system to receive its final liquid waste as the whole area was not served by the facility. The owner has to find out a suitable way of final disposal for the generated wastewater at the site. The plant has to discharge its final effluent to an agriculture drain after meeting the requirements set by the ministry of irrigation and water resources. This permit could be achieved if the treatment unit design will guarantee the standard criteria set by the ministry specially with respect to the cyanides, and the total concentration of heavy metals. The criteria could be met but the problem lies in the inaccessibility of the drain as the discharge line has to pass

by agriculture land owned by several farmers who did not allow the digging of the trench where the pipe line will pass through to reach the drain.

The plant owner did own an extra agriculture land about 50 feddans, which he used it to grow cash crops, vegetables to sell it at cost price for his labor to help their living.

BACK GROUND INFORMATION OF THE PLANT:

The company where this study was conducted is a medium scale and privately owned plant where about 1000 workers are involved in the different integrated activities of the plant. Household gas ovens, manually operated washing machines, computer tables and tables for engineering drawing are manufactured at the plant.

The plant comprises a section for copper and aluminum foundry where the different metal parts of their products are molded. The plant also comprise a section for nickel electroplating as well as a grinding ball mill for milling and mixing of the enamel layer components needed to enamel the metal surfaces of the different product parts. There is a degreasing line by acid and alkaline treatment followed by water rinsing to remove all metal scales ahead of their enameling to insure highly adherent enamel or plated metal layer to the metal surfaces. In addition the plant comprise a sector for metal parts smoothening, a metal injection molding machine and a hammer smith shop.

Some manufactured accessories for all products are nickel, copper or chromium plated. Water consumption in the plating line is about 15 CM/day, degreasing and washing steps ahead of the plating consume about 13 CM/ day. Domestic uses are about 4 CM/day. The total wastewater generated from all activities in the plant is about 32 CM/day.

PROPOSED ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM:

As a first step to achieving an integrated environmental management system to tackle the problem of the plant an environmental audit was conducted where all sources of pollution were identified and discussed with the owner to get his commitment to the adoption of the proposed actions to reduce all sources. In order to identify the magnitude of the different pollution sources measurements of air, liquid, noise as well as heat stress were all made to identify the extent of their non compliance with the law requirements. Occupational health and safety criteria were also considered as one of the important areas standardized by the Egyptian environmental law. Suggestions were made to reduce all sources of pollution specially air and liquid emissions.

Options of reducing water consumption, spillage of plating chemicals by better storage, handling of plated objects, and increasing the efficiency of rinsing the plated objects were all discussed with the plant management to reduce the volume of wastewater generated and to make it possible for the use of treated effluent in irrigated the agriculture land owned by the plant owner. This proposal was made to solve the problem of the final disposal in away that help the plant management from being controlled by others while complying with the Egyptian legislation. Segregation of the waste generated from the plating process was made to be treated before mixing with other effluents.

As an environmental law requirement the plant has to keep an environmental register where self monitoring data have to be recorded and periodically checked by the Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA) with respect to the company's compliance with the law. This procedure will insure the company's good performance with respect to all the environmental requirements of the liquid effluents, air emissions, solid waste management, and occupational hygiene.

According to the audit results certain technologies were upgraded and relocated in another plant owned by the same owner to remove the occupational hazards emanating from the current used technology as well as reduce the pollution load at the site.

Training programs for the management as well as the working staff were conducted in order to improve the workers awareness with the importance of complying with environmental laws to secure their health and productivity to earn more money, which is the most important item in their agendas. Pollution was linked to economics of the plant production and how it reflects on their income.

As a result of the audit different sources of emissions were identified. The different characteristics of all emissions in the gaseous, liquid and solid phases were checked and a schedule of monitoring was set to record the various pollutant concentrations. The recorded values were reported in the monitoring section of the environmental register.

Stemming from this case study among others similar in nature but variable in the quantity of the generated wastes, it was decided that the following schemes should be adopted to handle the current practiced problems of metal plating industry.

Table (2): Proposed Interventions For Environmental Friendly Plating Industrial Plant:

Production Phase	Current Status	Proposed Interventions
Raw Materials Choices	Unmannaged processing and handling for Raw Metal and enameling materials.	Packed raw material in large volume bales and tacking them over wooden crates to prevent spillage. Weighing & properly dosing ingredients for metal enamling
Metal smelting	Open hearth smelter with high energy loss and polluting emissions	Controlled smelting with temperature controllers, burning fuel controls, gass scrubbers and energy reclamation.
Metal moulding	Manual with losses in moulding material	Recovery of materials and proper handling
Metal object smoothening	Scattered scrabs	Better collection and reprocessing

Surface preparation through pickling	Uncontrolled acid and alkali pickling	Minimized carry over, collection of dripping, changing hanging position of articles, changing from dipping to pressurized spraying.
Metal plating	Carry over from plating basin to rinsing	Increase dripping of anodizing and metal plated objects.
Handling and product packaging	Objects banging creating fishers in the plated surface and high noise levels	Mechanical hanging and wrapping in polyethylene film with recycle logo on it.
Disposal of Metal plating liquids	Toxic cynide and heavy metal sollution discharge to final plant effluent	Recovery of plating metals by electrostripping for further dissolution.
Domestic waste generation	Discharged with no treatment	Anerobically treated and used for agriculture land sub-soil irrigation.
Boiler operation	Scale formation mandating excessive use of scale removing chemicals highly acidic and toxic.	Proper treatment of boiler feed water by cation and anion exchange prolonged the service life of the expensive exchanger and eliminated the frequent need for scale removal.

Proposed Scenarios for the Environmental Management of Plating Industrial Activities:

While all industrial plating facilities can become environmental friendly by changing their environmental performance according to the above mensioned steps still there are general trends to reduce the impacts of the toxic effects emanating from the industrial activity in general through adopting the one or more of the following scenarios. The proposed senarios are given as alternatives for dcaling with the inevitable part of the final liquid wastes.

Scenario (1):

Industries which have the electroplating process as supportive side activity for some parts of their products should consider other alternatives leading to complete replacement of the Electro-plated metal parts with plastic metallic finish molded parts where the golden, copper, or silver shine is imbedded in the plastic matrix. This scenario is highly adopted specially when household, automobile and light transportation vehicles manufacturing lines are imported with their up to date modifications as required by the Egyptian industrial standards.

Scenario (2):

When electroplating activities are part of the general production lines in the medium and large-scale plants, the effluents of the metal pickling and washing processes preparing the metal parts surface for plating should be stored and discharged in proportions that insure the neutrality of the final effluent. Also the neutralized pickling waste should be discharged in proportions to the final plant effluent to insure keeping the dissolved solids concentrations in the final effluent less than 2000 mg/l as the limit set by the water resources law.

The plating bath wastes as they are dumped at longer time intervals (4-6 months) should be segregated from the general liquid wastes of the plant and stored in tanks or well identified containers not to be used for any other purpose inside or outside the plant. As well if those containers are damaged they should not be sold for any public use but completely damaged and discarded as hazardous material. The effluents can be collected by a private sector dealer who is paid to collect, transport and treat the effluents in toxic waste facility owned by him or by other contractors.

Scenario (3):

The nearly located plants where electroplating activities are taking place using, copper, chromium, cadmium, and nickel have to consolidate their efforts to handle their end of pipe wastes to be treated. All heavy metals present in the liquid collected effluents can be extracted by Electro-stripping technique or adoption of any similar technology to recover the maximum amount of plating metals and minimize their contamination to surface or ground water resources.

A private sector contractor will be licensed after examining his transportation for collected waste facilities and his capability for treatment technology. He will be required to conduct a full-fledged Environmental Impact Assessment for the site and technology adopted to handle and manage the hazardous liquid waste collected. Since all factories will have to show their contract with a contractor approved by the EEAA, the licensed private sector contractor will insure the sustainability of his business.

Scenario (4):

Small-scale industries have to contract one of the dealers handling plating wastes for a fee. Their environmental register has to show the contract for serious commitment. In order for all small shops to achieve that, the contractor is obliged to advertise his activity in news papers to inform the workshops owners about how to contact him. The contractor should have a clearly kept record for the amounts he receives from the different manufacturers. This will insure the prevention of hazardous effluents spills or illegal discharge to reduce cost of disposal.

PROBLEMS AND SOLUTIONS OF ADOPTING THE DIFFERENT SCENARIOS:

The four mentioned above scenarios mandates the clear understanding of the mandates for environmental friendly products highly needed in local and international markets. The management should realize the extent of hazards emanating from the

electroplating process on the workers, internal and external environment receiving the process waste. Awareness programs in Television and Radio broadcasting is prepared by experts to inform the owners and the workers about the hazards with special emphasis on the economic loss they can encounter in case of continuing their current polluting practices specially with the keen adoption of the law. The ministry of Environment will close the facility after giving a one-month notice for the facility to comply with the law. The media is also stressing the cases where closure is practiced by the ministry in order to inform the community about the seriousness of implementing the law.

The second major problem was the identification of the small workshops located amid urban slums and rural areas without any license. It is suggested to control the selling of plating chemicals by chemical supply stores or companies according to a document showing the registration number of the buyer with the administrative authority in his locality. Since all governorates now have the computerized information system, this will help the identification of the magnitude of the plating industry and the volumes of wastes to be handled.

The third controlling factor was the availability of funds for the contractors to be motivated to work in this new area to the investors specially now where the volume of waste to be treated is not well secured. In order to come over this problem the social fund which is a grand project supported by the World Bank among other donors is now motivating science graduate youth to start this activity. The project before funding has to conduct an environmental impact study for the site where the collection, treatment, and metal recovery facilities will be located. Negotiation between the social fund and local authorities has to be conducted to help the contracting youth to start his business properly and in an environmental friendly way. The social fund project will give a loan to help the youth to start this contracting business. The project will also conduct a feasibility study to insure the return of the loan and the sustainability of the business.

All governorates have to designate at least one site for hazardous waste final disposal. This step is a block in the process of hazardous waste management. Most of the governorates in the Delta Region do not have any available land for solid waste sanitary land filling or hazardous waste disposal. Collaborative efforts are currently worked out between governors to come up with those accepted sites in remote desert areas. Those proposed sites would pass by an environmental impact assessment for selecting those most accessible ones by most governorates.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS:

- More research is needed to insure the compatibility of recycled portions of several raw materials without any sacrifice in the product final qualities. Reducing the environmental impacts during the life cycle assessment of the new products is vital specially those impacting human health and well being.
- Industrial standards of different products has to be changed in order to integrate the environmental dimension and insure the production of environmental friendly products for the consumer to chose from.

- Engineers during their qualifying university education should acquire skills of cleaner production choices and performance with stress on pro-active maintenance as a key for achieving environmental friendly products. This will insure the future decision makers with the full understanding of the economic benefits of environmental friendly production.
- Electroplating industry as a case is an inevitable polluting industry, which should be managed properly in order to minimize its negative environmental impacts impacting human, animal and plants leading to higher concentrations of heavy metals in their living tissues.
- Plating industry has to investigate all sources of pollution emanating during the product cycle even after consumer disposal. This will mandate the education of the producers and users about the economic benefits of environmental friendly products.
- Egypt is trying to quantify the magnitude of the industry in order to assess the needed facilities to take care of their highly hazardous wastes and help the industry become environmental friendly. A special hazardous waste site has to be prepared to allow the private sector contractors dispose the damaged containers and any generated sludge from the process of metal recovery.
- All governorates has to identify a contractor for handling such segregated wastes and to insure all industrial facilities to contract him for proper toxic waste handling. The Social Fund project is intervening to motivate young educated science people to be contracted by giving them loans and conducting economic feasibility studies and market research to ensure the sustainability of their projects. This is done in order to motivate private sector contractors to collect and properly handle such a toxic and hazardous waste currently disposed without any control.

REFERENCES:

he unpublished information collected from several reports prepared for the Egyptian Environmental Affairs Agency EEAA during 1992- 1999.



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية في الحفاظ على البيئة

3/3

الموارد المادية المتجددة كمواد هندسية صديقة للبيئة

أستاذ دكتور / حامد إبراهيم الموصلى

الموارد المادية المتجددة كمواد هندسية صديقة للبيئة

The renewable material resources as environment-friendly engineering materials

بحث مقدم للمؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الألفية الثالثة

٢٨ - ٣١ مارس، ٢٠٠١

أ.د. حامد إبراهيم الموصلى

استاذ بقسم التصميم وهندسة الإنتاج

ومدير مركز تنمية الصناعات الصغيرة

كلية الهندسة - جامعة عين شمس

cdsilt@idsc.gov.eg

١. مقدمة

لاشك أن أمثالى ممن تلقوا تعليمهم الهندسى فى نهاية الخمسينات وأوائل الستينات من القرن الماضى يشعرون أن "الدنيا" من حولهم قد تغيرت وأن العالم الذى ألفوه فى بداية حياتهم كمهندسين ليس العالم الذى يعيشون فيه الآن . وأنا أقصد عالم الافكار والمفاهيم والقيم التى تحكم النشاط الهندسى. لقد تربينا على أن الانتاج بالجملة Mass production هو النموذج الواجب الاحتذاء وأن زيادة معدلات استهلاك الصلب مؤشر رئيسى للتقدم وأن استخدام المواد المصنعة Synthetics قرين للمعاصرة، وها نحن الآن نرى من يتحدث عن الانتاج بالجملة باعتباره مشهدا Episode تاريخيا غير قابل للاستمرار، بل ونستشعر النظرة التهامية التى ينظر اليها بعض الباحثين الى هذا النموذج والذى يرونه: إنتاجا بالجملة فاستهلاك بالجملة فمخلفات بالجملة أيضا [1]، : أى كمامسورة مفتوحة Product life pipe ويقترون كبديل له نمودجا للانتاج بدون مخلفات Waste free production يتم كدورة مغلقة Product life cycle كما نرى باحثين آخرين يتكلمون عن "الطبيعة" كمصدر للمواد والمنتجات تجعل الانشطة الاقتصادية متناغمة مع الدورات الطبيعية [39] .

إننا نرى الآن تحولا صريحا فى إتجاه الابداع التكنولوجى Technological innovation من الاتجاه الى رفع انتاجية العمالة الى رفع كفاءة استخدام الموارد مما يعرف بالكفاءة الايكولوجية Ecoefficiency أو خفض استخدام المواد Dematerialization حيث تم التأكيد فى مؤتمر Rio + 5 الذى انعقد فى نيويورك فى يونيو ١٩٩٧ على أهمية رفع انتاجية استخدام الموارد ؛ مرات خلال العقدين القادمين و ١٠ مرات على المدى البعيد وذلك من خلال التطوير الجذرى لانماط الاستهلاك والانتاج: أى أن محتوى التقدم التقنى Technical progress قد إتسع ليشمل بالاضافة الى عالم الانتاج: عالم الاستهلاك [11]، فالمطلوب هو ابداع تكنولوجيات ومنتجات وانماط استهلاك صديقة للبيئة More environmentally friendly technologies, products and consumption patterns فيما يسمونه البعض تخضير نسق الابداع نفسه The greening of the innovation system . بل

إن القناعة تتزايد بأنه إن كان الانتاج والاستهلاك وجهان لعملة واحدة، فلقد حان الوقت لاعطاء اهتمام اكبر بالوجه الآخر للعملة: أى الاستهلاك، وهناك حاليا حملات تدعو الى تمكين المستهلك Consumer empowerment وأخرى تحمل شعارات: "خفف الوطأ" Step lightly [28]، والاستهلاك الاخلاقى Ethical consumerism تدعو المستهلكين الى مراجعة كافة افعالهم وللتأكد من انها لا تضيد بمن حولهم ولا بالاجيال المقبلة [6] . وهناك من يراهن فى مواجهة قوى العولمة على سلطة المستهلكين Consumer power وعلى حشدهم السياسى Mobilising consumer politics كجماعات أهلية وكقوى سياسية لشغل الفراغ التنظيمى الذى نشأ عن ضعف الآليات التى تمارسها الدولة فى ظل العولمة [6] .

٢. الموارد المادية المتجددة: تعريف وتصنيف

"الموارد المادية المتجددة هى تلك الموارد ذات الأصل البيولوجى والتى تمثل مكونات لأحد صور الحياة المادية: نباتية أو حيوانية"، ووصف هذه الموارد بأنها متجددة يتعلق بإمكانية نموها كمكون لكائن حى يعيد انتاج نفسه عبر دورات طبيعية Ecosystem cycles قصيرة نسبيا وصفة التجدد إذا مرتبطة بإمكانية تجدد هذه الموارد عبر دورات يمكن قياسها على مقياس الزمن الانسانى؛ لذا فعلى الرغم من أن الفحم والبتروىل من أصل نباتى إلا أنهما لا يمكن اعتبارهما موارد متجددة لأنهما لا تتجددان إلا بعد حقبة جيولوجية طويلة .

ومن المهم التفرقة بين التجدد كمكانية Potentiality والتجدد الفعلى؛ والذى يستلزم التحكم فى تأثير الانسان على الموارد (معدل استهلاكها) وعلى البيئة التى تنمو فيها (مستوى التلوث ومجمل الظروف العضوية والمناخية والجيولوجية التى يتطلبها التجدد كعملية بيولوجية) بحيث تتوافر الظروف الفعلية المواتية للتجدد، كذلك من الضرورى التمييز بين معدلات التجدد المختلفة وفقا للنوع او الفصيلة التى ينتمى اليها المورد.

ويوضح شكل (١) تصنيفا مبسطا للموارد المادية المتجددة، ويبين هذا التصنيف التنوع الواسع للموارد المادية المتجددة على مستوى العالم مما يشير بالتالى الى تنوع الظروف الايكولوجية التى تنمو فى إطارها هذه الموارد. ويمكن أن يمثل هذا التصنيف بداية لوضع تصور هرمى لمعدلات تجدد هذه الموارد وامكانية توافرها فى مناطق العالم المختلفة، وكذلك لتخطيط المجالات المختلفة لإستخدامها .

ومما يلفت النظر فى شكل (١) التنوع الكبير للمنتجات الثانوية لهذه الموارد حيث أدت النظرة الاقتصادية السوقية قصيرة النظر الى تركيز الانتباه على المنتجات الاساسية لهذه الموارد نتج عنه إهمال البحث عن مجالات مفيدة لاستخدام المنتجات الثانوية لها والتى تحولت فى كثير من الاحيان الى عبئ على البيئة. وسوف يقتصر الحديث فيما بعد على الموارد المادية المتجددة ذات الأصل النباتى والتى يمكن تسميتها بالخامات اللجنوسليلوزية.

٣. ميزات الموارد المادية المتجددة

لماذا زاد الاهتمام العالمى بالموارد المادية المتجددة خلال السنوات الاخيرة؟ فى العام الماضى قدم تقرير للاتحاد الأوروبى فى اطار سلسلة التصميم للتنمية المستدامة [12]، موضوعه: تقديم رؤية جديدة للموارد المادية

المتجددة كخامات صناعية للأغراض الانتاجية المختلفة وذلك بهدف تخفيف الاعتماد على الموارد الاحفورية المصنعة Less reliance on fossil-based and synthetic resources ولتحقيق اعتبار استراتيجي يرتبط بالتسليم بأن استخدام المواد المصنعة من البترول يسهم في ظاهرة الدفء العالمي Global warming وكذلك تلوث الهواء والارض والماء [12].

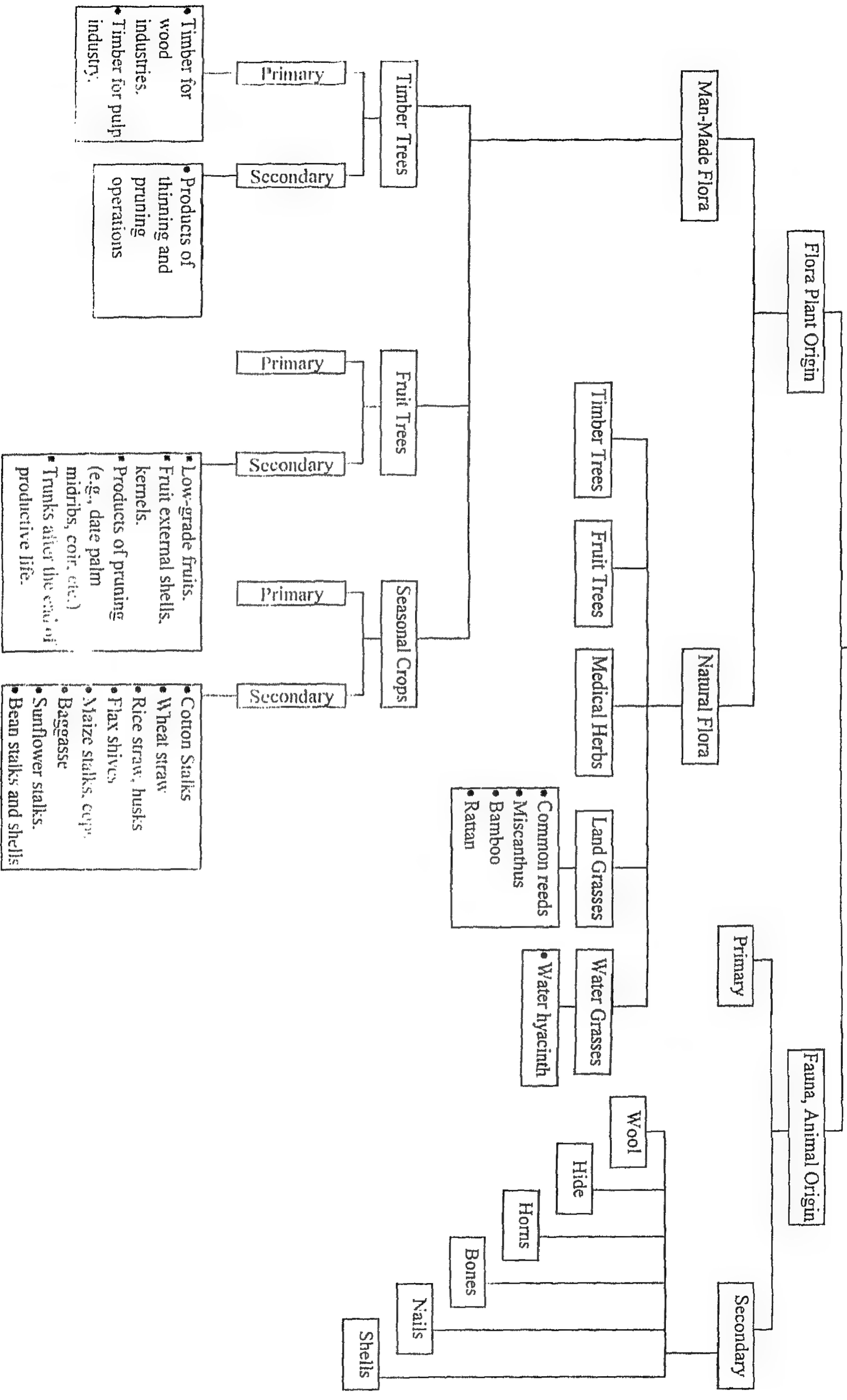
وفي يناير من العام الحالي طرح موضوع استخدام الموارد المادية على الوجه التالي: تحققت سيادة الولايات المتحدة الامريكية على العالم خلال القرن العشرين وهو الذي يمكن تسميته "بعصر الهيدروكربونات" "The Age of Hydrocarbons" والذي تمثل في الاعتماد على البترول والغاز الطبيعي ليس فقط في الطاقة بل كمصدر اساسي Base stock لصناعة الكيماويات والبلاستيك ، الخ، فإذا كانت هناك شواهد كثيرة على ضالة الرصيد المتبقى من هذه الموارد (مثل ارتفاع أسعار الجازولين وزيت التدفئة والكهرباء) وأن ليس لدى الولايات المتحدة أرصدة كافية من البترول فمن المنتظر أن تحل موارد جديدة محل البترول ، وما هو البديل الأفضل؟ إنها الكربوهيدرات، لذا تقتضى تلك المرحلة أن تقود الولايات المتحدة الامريكية عملية التحول من استخدام "الهيدروكربونات" الى "الكربوهيدرات" أى الموارد المادية المتجددة حتى تضمن استمرار سيادتها عالميا في القرن الواحد والعشرين خاصة وأن هذه الموارد تتوافر بكميات هائلة في الولايات المتحدة الامريكية قدرت بحوالى ٩٢٣ مليون طن (وزن جاف) سنويا [35] .

دعونا الآن نقرب أكثر من الموارد المادية المتجددة ذات الأصل النباتي ونضع لها تعريفا بسيطا للغاية: فهي "تلك الموارد التي جرى انتاجها باستخدام التكنولوجيا الشمسية" [19] ، (تكنولوجيا التمثيل الضوئي Photosynthesis) حيث جرى تحويل الطاقة الشمسية الى خلايا جديدة وبنى ومواد متنوعة. من منطلق هذا التعريف يعنى التوجه المتزايد عالميا لاستخدام الموارد المادية المتجددة المزيد من الاعتماد على الشمس (أو الطاقة الشمسية، وهى إحدى أهم صور الطاقات المتجددة) للوفاء باحتياجاتنا الصناعية المختلفة. لماذا إذا هذا التحول فى الاهتمام بـ - وإعادة اكتشاف - الموارد المادية المتجددة كخامات صناعية؟ فيما يلى عرض للميزات التى يمكن أن تتحقق من الاستخدام المستديم Sustainable للموارد المادية المتجددة.

٣-١ الموارد المادية المتجددة غير قابلة للنفاذ

فهناك امكانية لاستخدام هذه الموارد بلا نهاية اذا ظل معدل استهلاكها فى الحدود المقبولة ايكولوجيا وإذا توفرت الشروط اللازمة لتجدها من حيث: التربة الخصبة والمناخ الملائم ، معنى ذلك أن الاستخدام المستديم للموارد المادية المتجددة يتمشى مع مفهوم التنمية المستديمة Sustainable development والذي يعنى: "التنمية التى تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة أجيال المستقبل على تلبية احتياجاتها" [24] ، وهذا أحد أهم أسباب الاهتمام العالمى المتزايد بهذه الموارد فى الأونة الاخيرة، وفى المقابل فإن أرصدة الموارد المادية غير المتجددة تتأثر سلبا بالاستخراج: فهناك حاليا ٤٠ موردا تعدينيا فى طريقهم للنفاذ مثل النحاس والرصاص والزنك والذهب والزنبق والتصدير والفضة [42].

Renewable Material Resources



شكل (١) : تصنيف أولي مقترح للموارد المتجددة، [16]

٣-٢ الموارد المادية المتجددة تؤدي وظائف ايكولوجية قبل استخدامها انتاجيا

هذه الوظائف تشمل امتصاص ثاني اوكسيد الكربون وزيادة نسبة الاوكسجين والمحافظة على التربة والمساهمة في الدورة المائية Hydrological cycle وتوفير المونل لصور كثيرة للتنوع البيولوجي: النباتي والحيواني ، بالإضافة الى الظل والجمال والمتعة البصرية والروحية ويسمى بعضها بعض الباحثين الخدمات الايكولوجية Ecological services التي يتعين تقدير قيمتها الرأسمالية The capital value of the ecological services provided by renewable resources as long as they are preserved in a viable state [7]. ومن هنا يمكن وضع قاعدة للاستخدام الكفء لهذه الموارد وهو "ذلك الاستخدام الذي يأخذ في الاعتبار قيمة الخدمات التي تؤديها هذه الموارد للمجتمع باعتبارها شطرا من رأس المال الطبيعي Natural capital الذي يحوزه ذلك المجتمع"، ولعل نموذج التقييم: استخدام نواتج تقييم الاشجار كخدمات صناعية من أفضل النماذج من وجهة نظر الحفاظ على الوظائف الايكولوجية لهذه الموارد. وفي المقابل لا تؤدي الموارد غير المتجددة (المنجم أو حقل البترول) أى وظائف ايكولوجية ملموسة قبل استخراجها .

٣-٣ الموارد المادية المتجددة في متناول الناس

فالموارد المادية المتجددة ليست مركزة في مناطق معينة بل هي واسعة الانتشار نظرا لإمكانية نموها في ظروف مناخية وبيولوجية متنوعة، وهذا يجعل لكل مجتمع محلي نصيبا ما منها؛ بعيدا عن تدخل الدولة أو احتكار الشركات متعددة الجنسية، لهذا تمثل الموارد المادية المتجددة ركيزة هامة للتنمية الذاتية للمجتمع المحلي باعتباره نسقا اجتماعيا حضاريا بيئيا متميزا، ويمكن ان يسهم هذا النموذج من التنمية في وصل المعارف التقنية التقليدية عن هذه الموارد بالمعارف العلمية والتكنولوجية الحديثة مما قد يؤدي الى ابداع نماذج للاستهلاك والانتاج متناغمة مع البيئة.

٣-٤ الموارد المادية المتجددة أكثر تناغما مع الدورات الايكولوجية

فمن منظور دورة الحياة Life cycle perspective تعتبر الموارد المادية المتجددة أكثر تناغما مع الدورات الايكولوجية مقارنة بالموارد غير المتجددة وذلك عبر المراحل المتتالية لدورة حياتها:-

٣-٤-١ خلال مرحلة الحصول عليها

فالموارد المادية المتجددة موجودة على سطح الأرض، ويمكن الحصول عليها عادة دون أثارا مدمرة للبيئة، أما الموارد غير المتجددة فيتم استخراجها بحفر المناجم والآبار وهي أنشطة تتسبب في تلوث البيئة وتدهور الانساق الايكولوجية [26] .

يحتاج انتاج المواد المصنعة من الموارد المتجددة الى طاقة تقل كثيرا عن نذيرتها من الموارد غير المتجددة كالبلاستيك ، فاذا احتكنا الى معيار متطلبات الطاقة الصافية اللازمة للتصنيع Net energy requirements (NER) يحتاج الخشب المنشور الى ٣,١ GJ/ton والحبيبي ١١,٨ والابلاكاش ١٦,٠ والصلب ٢٣,٤ والبولي سيترين ٣٨,٢ والالومنيوم ١٩٨,٤ [26] .

تتميز الموارد المادية المتجددة بأنها قابلة للتحلل Biodegradable على العكس من الموارد غير المتجددة كالمعادن أو المواد المصنعة من هذه المواد كالبلاستيك المصنع من البترول: هذه المواد يتعين إن لم يتم إعادة استخدامها - التخلص منها: إما بالحرق مما ينتج عنه مخاطر بيئية كثيرة (الديوكسين مثلاً) أو بالدفن في مقالب Land fills مما يعد أسلوباً لا يتماشى مع التنمية المستدامة، أما الموارد المتجددة فبالإضافة إلى إعادة استخدامها يمكن بعد نهاية دورة حياتها استخدامها في تسميد التربة Composting أو في أسوأ الظروف استخدامها كوقود مما حدا بالبعض إلى تسميتها CO₂-neutral resources .

٤ منهجية اختيار واستخدام الموارد المادية المتجددة

إنطلاقاً من مفهوم التنمية المستدامة Sustainable development هناك حاجة لبلورة منهج رشيد لإدارة استخدام هذه الموارد. ويتعين تأسيس هذا المنهج على الخصائص المميزة لهذه الموارد وخصائص السياق الاجتماعي الحضاري الذي يجري فيه انتاج وتداول واستخدام هذه الموارد وكذلك الرتبة التي تنطلق من مفهوم التنمية المستدامة ، وفيما يلي عناصر مقترحة لمنهجية اختيار واستخدام الموارد المادية المتجددة .

١-٤ وضع تصنيفاً هرمياً لهذه الموارد وفقاً لخصائصها البنوية [31] ، فهناك على سبيل المثال :

- غابات المناطق الاستوائية .
- غابات المناطق المعتدلة.
- الغابات المزروعة ذات الدورات القصيرة Short-rotation trees مثل الكافور والخور .
- الغاب والخيزران
- المحاصيل الزراعية.

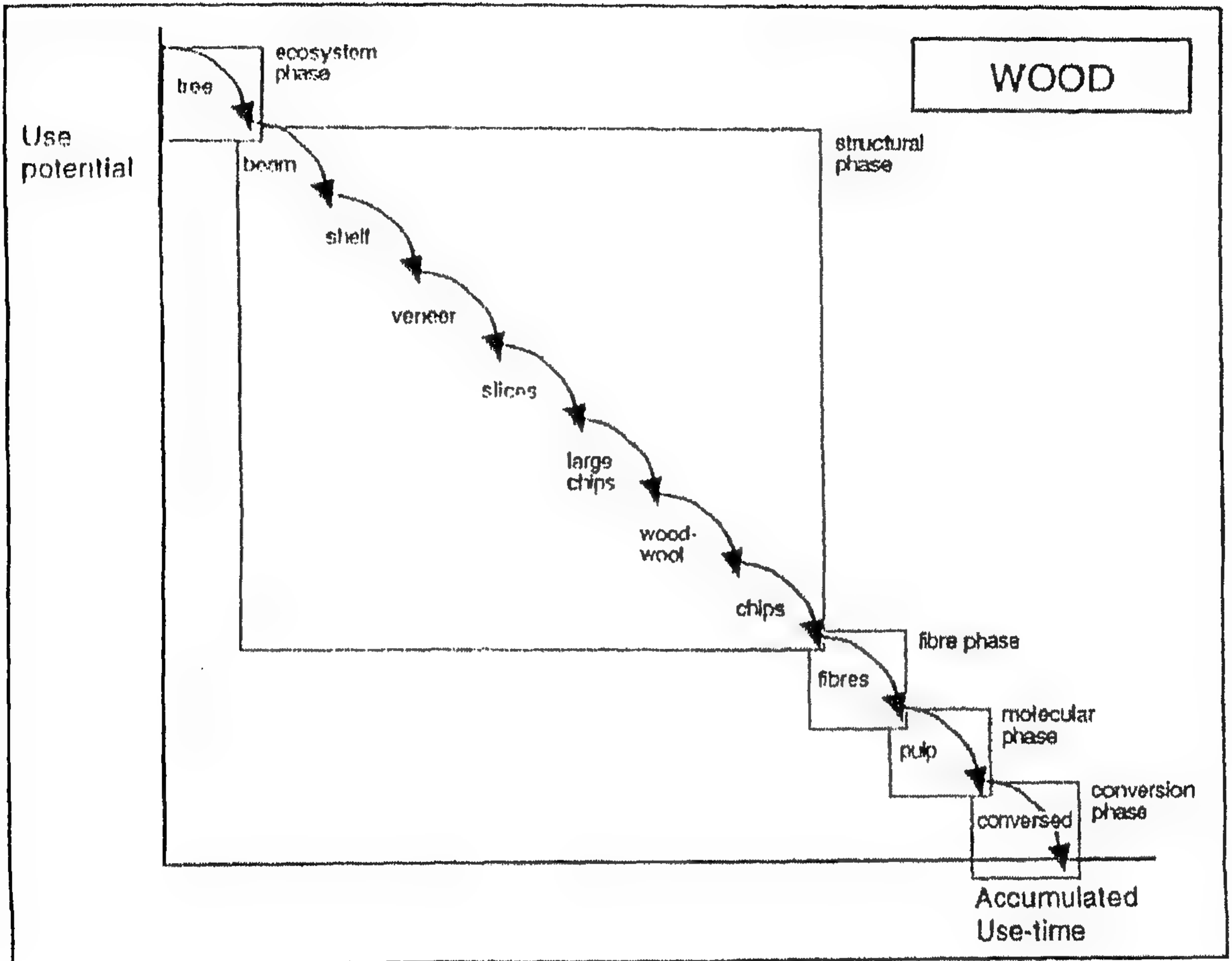
ويتعين بالطبع القيام بهذا التصنيف في المناطق المختلفة من العالم كل على حدة وذلك وفقاً لما تتميز به كل منطقة من ناحية المناخ والتربة والخبرة الحضارية المتراكمة في الزراعة والاستخدام .

٢-٤ وضع ترتيباً هرمياً لأنماط استخدام هذه الموارد. فالمكانة الأعلى في التصنيف يحوزها ذلك الاستخدام الذي يدع الفرصة لمجالات أدنى في الاستخدام بعد نهاية حياة الاستخدام الأصلي [31] . هكذا يمكن تصور ترتيب مراحل الاستخدام كمدرج Cascade .

٣-٤ انطلاقاً من ادراك الخصائص البنيوية للمورد حاول أن تختار النمط الأول لاستخدامه عند أعلى مرحلة ممكنة لمدرج الاستخدام ويسمى هذا المبدأ: مبدأ التوافق Matching principle [31] ، فوفقاً لهذا المبدأ، يتعين استخدام الخشب، شكل (٢)، بعد انتهاء الوظائف الأيكولوجية للشجرة في البناء كدعامات Beams ، وبعد انتهاء هذا الاستخدام يتعين اختيار النمط التالي للاستخدام عند أعلى مرحلة ممكنة من المدرج: الأثاث مثلاً، وهكذا، فإذا تم بنجاح استخدام المورد في كل مراحل المدرج وذلك عبر حيوات استخدام متتابعة نكون قد حققنا الاستفادة من الامكانية الكلية التي يحوزها المورد، وهذا المبدأ يسمى: مبدأ الاستخدام الكلى [31] ، Full utilization principle .

٤-٤ تعامل مع المورد بشكل شامل محاولاً الاستفادة من الامكانيات التي تحوزها مكونات أو أجزاء المورد بحيث لا نترك أى بواقي أو مخلفات ، وهذا المبدأ يسمى: مبدأ الاستخدام الشامل للمورد Whole resource use فتبات القطن مثلاً لا يعد فقط مصدراً لقطن الشعر الذى يستخدم فى المنسوجات بل كذلك لحطب القطن الذى يمكن ان يستخدم كخامة صناعية لصناعة ألواح الخشب الحبيبي والالواح الليفيّة متوسطة الكثافة MDF، وكذلك للورق واللوز غير المفتوح الذى يمكن ان يستخدم كمكون علفى أو تربة صناعية Beat ل لتسميد الارض Composting .

٥-٤ حاول أن توطن ما أمكن مراحل تشغيل وتصنيع الموارد المتجددة اقرب ما يمكن من مواقع نموها [15]، والعائد الاجتماعى لذلك يتمثل فى تحقيق عدالة أكثر فى توزيع العائد الاقتصادى من تصنيع الموارد بين الريف (حيث تنتج هذه الموارد) والحضر (حيث يتم فى العادة تصنيع المنتج النهائى من هذه الموارد). وبالإضافة الى ذلك يحقق المبدأ السابق العديد من الميزات الاقتصادية فهو يذكى الدافع للتوسع فى النشاط الانتاجى الزراعى للمورد نفسه ولتحسين تقنيات الإنتاج. هكذا سوف يودى التوسع فى انتاج المورد بشكل متواز مع التوسع فى استخدامه الصناعى الى الحفاظ على أسعار المورد بحيث تكون منافسة لفترة طويلة، وبالإضافة الى ذلك فسوف يمثل ذلك التوسع فى الإنتاج بداية لضمان التجدد الفعلى - وليس الكامن Potential - للمورد. وبالإضافة الى ذلك فأغلب الموارد المتجددة: إما انها منخفضة الكثافة Bulky وخفيفة الوزن و/أو قابلة للفساد Perishable ، لذا يحقق تشغيلها بالقرب من موقع انتاجها ميزة رفع كثافتها Bulk density أو/و حمايتها من التحلل مما يجعل من الاقتصادى نقلها الى مواقع أبعد لإستكمال تصنيعها، وبالإضافة الى ما سبق فتشغيل هذه الموارد بالقرب من مواقع انتاجها يعنى خفض نفقات الجمع والتداول والتجفيف الذى يمكن أن يكون هوائياً والتشوين وذلك استفادة من الميزات الاقتصادية التي توفرها المناطق الريفية فى ايجار الاراضى وتشغيل المعدات والعمالة الرخيصة، مما يرفع من الجدوى الاقتصادية للتشغيل المحلى لهذه الموارد وما يحقق معيار الاستدامة فى استخدامها .



الشكل (٢) : مدرج Cascade استخدام الخشب، [31]

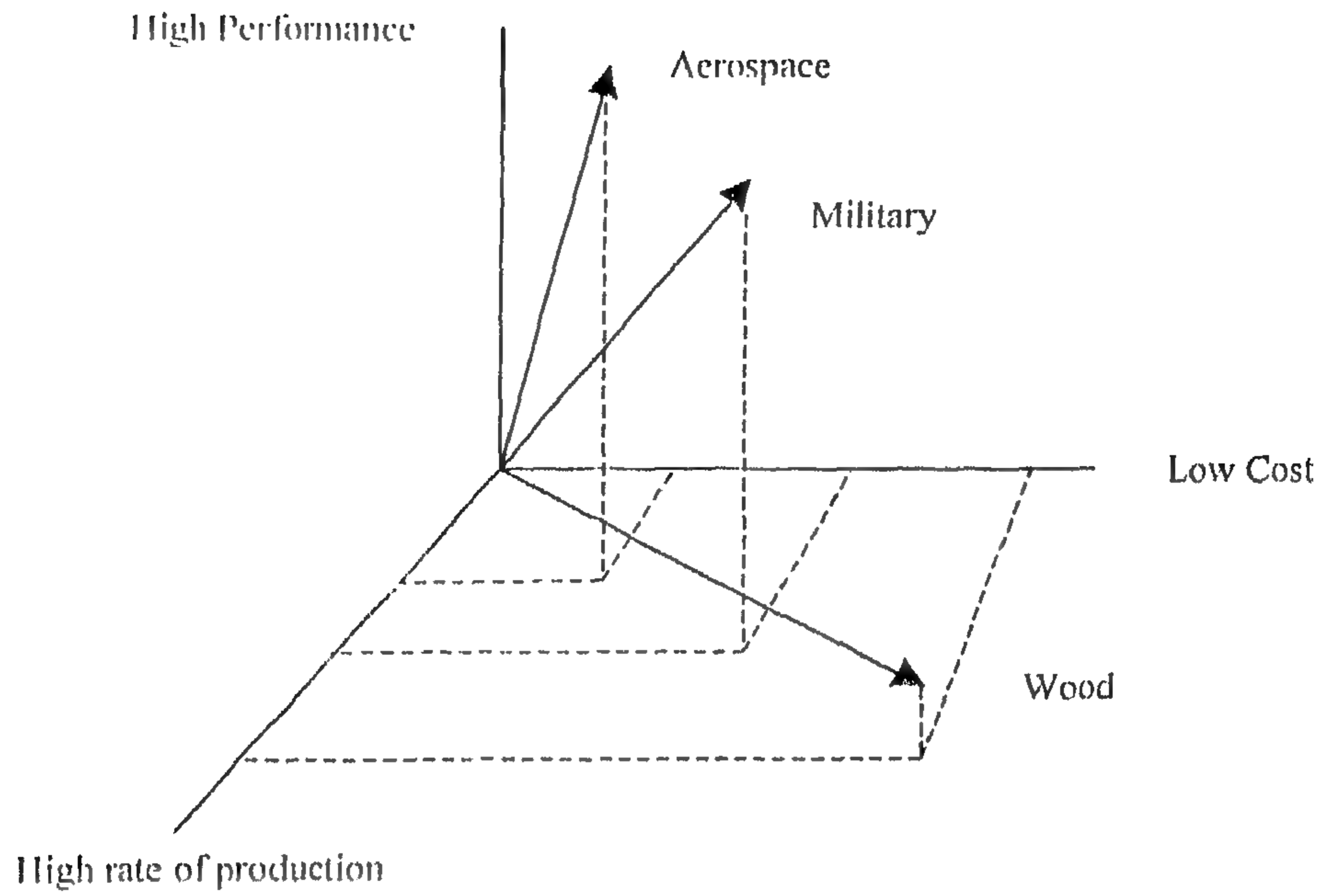
٥. الموارد المادية المتجددة: تحدى جديد للفكر الهندسى

١-٥ مقدمة

لعبت الموارد المادية المتجددة دورا محوريا فى حياة الانسان ، فلقد نمت حضارات العالم المختلفة بصحبة عناصر معينة من الفلورا فى كل منطقة، ففي مصر لعب نبات البردى دورا كبيرا حيث استخدمه المصريون فى أغراض شتى كغذاء وكدواء وفى صناعات كثيرة مثل صناعة القوارب والحبال والنعال والحصر والأسفاط والسلال والكراسى وأهم من ذلك كله أوراق البردى للكتابة، وكتعبير عن أهمية البردى فى حياتهم اتخذ الفنانون المصريون باقات البردى لتزيين الجدران فى المعابد والمقابر، بل وأقاموا أعمدة المعابد على نمط هذا النبات Papyrus columns ، كما اتخذته الدولة المصرية رمزا لمصر العليا، [3] ، وفى آسيا مثل الغاب Bamboo والخيزران Rattan ونبات الارز عناصر هامة للحياة: فى الماضى وفى الحاضر، فالغاب على سبيل المثال يستخدم حاليا فى بناء السقالات والأسقف والحوائط وكذلك أشعة السفن والسلال والأثاث والورق الخ، ويعتبر موردا اقتصاديا لحوالى ١٠٠ مليون فرد فى الصين وحدها [20] ، وفى أوروبا لعب الخشب دورا رئيسيا فقبل الثورة الصناعية بنيت المصانع بجوار السدود على الأنهار واستخدمت العجلات الكبيرة من الخشب لنقل طاقة الحركة الى الماكينات فى المصانع، إلا أنه مع حدوث الثورة الصناعية الاولى ثم الثانية حدث تحول كبير فى الاعتماد على الموارد المتجددة حيث أدى التحول الى طاقة البخار ثم الكهرباء وكذلك اختراع آلة الاحتراق الداخلى ثم الثورة فى الكيمياء الصناعية الى التحول للاعتماد على الموارد غير المتجددة ، خاصة اعتبارا من ١٩٢٠ [5] .

وحاليا تعطى المقررات الهندسية اهتماما كبيرا للصلب والخرسانة وبدرجة أقل المعادن الاخرى والبلاستيك، وفى المقابل لا وجود على الإطلاق للموارد المادية المتجددة فى هذه المقررات. مما يعنى أن هذه الموارد لا تعد موادا بالمعنى الهندسى، ففي الهندسة تعرف المادة بأنها: "تلك المادة التى تتمتع بخواص منتظمة يمكن التنبؤ بها وإعادة انتاجها صناعيا إلى درجة يمكن معها الاعتماد عليها فى الوفاء بمعايير أداء مطلوبة [27]، "فالفرق مثلا، بين كمره الصلب ودعامة الخشب أنه فى حين أنه من الممكن التنبؤ بإداء كمره الصلب تحت حمل معين، لا يمكن التنبؤ فى المقابل بإداء دعامة الخشب، هذا يعبر عن النظرة الهندسية ، لكنه لا يشرح مضمون النشاط الهندسى والذى يتمثل فى: "أعمال الفكر والخيال ثم تصميم العمليات الصناعية والقيام بها لتحويل المادة الخام من حالتها غير منتظمة الخواص Isotropic كما هى موجودة فى الطبيعة الى مادة منتظمة الخواص Isotropic يمكن التنبؤ بأدائها وبالتالي الاعتماد عليها هندسيا"، فحديد الصلب مثلا لم يوجد بصورته الحالية فى الطبيعة، بل احتاج الامر الى شوط وتاريخ طويل من الجهد الهندسى لتحويل أوكسيد الحديد الى الحديد الصلب .

والآن لنسأل انفسنا السؤال التالى: لماذا لم تحظ الموارد المتجددة بنفس الاهتمام الهندسى الذى حظيت به موارد غير متجددة كالصلب مثلاً؟. إننا إن صنفنا المواد الى مواد المبرر الاساسى لاستخدامها هو رخص سعرها أى أنها Price-driven وأخرى مبرر استخدامها هو تمتعها بمواصفات أداء متميزة أى أنها Performance-driven فسند أن الموارد المتجددة تنتمى الى النوع الاول، فاستخدام الخشب مثلا فى قطعة من الأثاث لا يتطلب خواصا ميكانيكية دقيقة كعامود فى ماكينة، ويوضح شكل (٣) مقارنة بين المواد التى تستخدم لرخص سعرها كالخشب وتلك التى تستخدم لارتفاع مواصفات أدائها كالمواد المستخدمة فى الأغراض الحربية وصناعات الفضاء .



شكل (٣) : مقارنة بين الموارد التي تستخدم لرخص سعرها **price driven** مثل الخشب و الموارد التي تستخدم لتمييز أدائها **performance driven** ، [27]

جدول (١) : مواصفات بعض المواد الهندسية، [27].

Material	Insulation	Strength to Weight Ratio	Degradation			Swelling	Determination
			Thermal	UV Light	Acid		
Ligno-cellulosics	Good	High	Yes (Fire)	Yes①	Yes②	Yes (moisture)	Yes③
Metals	Poor	Low	Yes (melt)	No	Yes	Yes (temp)	Yes②
Plastics	Poor To Good	Fair	Yes (fire)	Yes/No	Yes/No	Yes (temp)	No
Glass	Poor	Low	Yes (melt)	No	No	Yes (temp)	No
Concrete	Poor	Low	No	No	Yes	No	Yes④

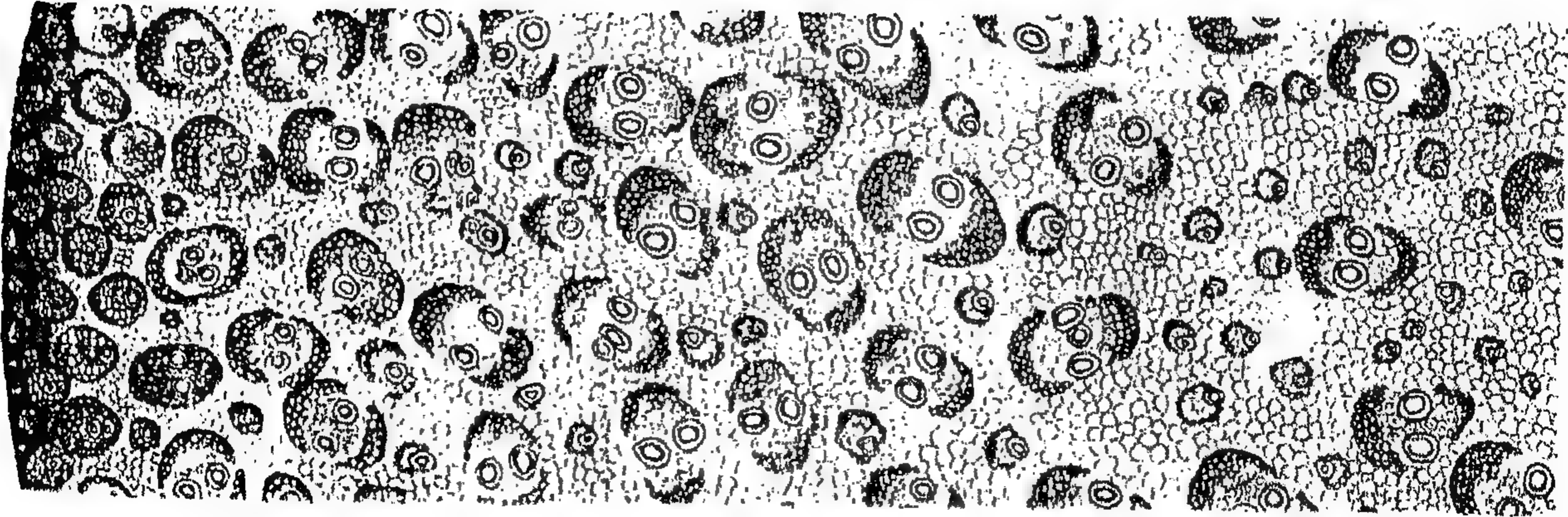
إننا بحاجة لتغيير نظرتنا للمواد: فليست الموارد المتجددة هي المواد الوحيدة ذات الأداء المنخفض، ويوضح جدول (١) خواص بعض المواد الهندسية، فالخشب وسائر المواد اللجنو سليلوزية تنتفخ نتيجة للتعرض للرطوبة وكذلك تتمدد المعادن والزجاج والبلاستيك بالحرارة، وليست المواد اللجنو سليلوزية هي الوحيدة التي تتعرض للتآكل نتيجة للتعرض للجو الخارجي [27] ، فالمعادن تتأكسد والخرسانة تتدهور خواصها بفعل الرطوبة وتغير نسبته الحموضة (PH value changes) ، وتعرض المواد اللجنو سليلوزية والبلاستيك لخطر الحريق وفي المقابل ينصهر المعدن عند تعرضه للحرائق، والمواد اللجنو سليلوزية أداؤها ممتاز كعوازل حرارية في حين ينخفض أداء المعادن والزجاج والخرسانة، وإذا أخذنا معيار المتانة النوعية (نسبة المتانة إلى الكتلة) والجساءة النوعية (نسبة الجساءة إلى الكتلة) فسنجد أن الموارد المتجددة تفضل بكثير المعادن، فقيمة المتانة النوعية مثلا (نسبة متانة الشد إلى الكتلة) للطبقة الخارجية لجريد النخيل ٤ مرات مثلها للحديد الطري [17] ، لذا فإننا بحاجة إلى تكوين نظرة أكثر انصافا للموارد المادية المتجددة حتى نفتح أمامها المجال للقيام بدورها في إطار التنمية المستدامة: وهذا يمثل تحديا جديدا للمهندسين.

٢-٥ نحو إطار هندسي للتعامل مع الموارد المادية المتجددة

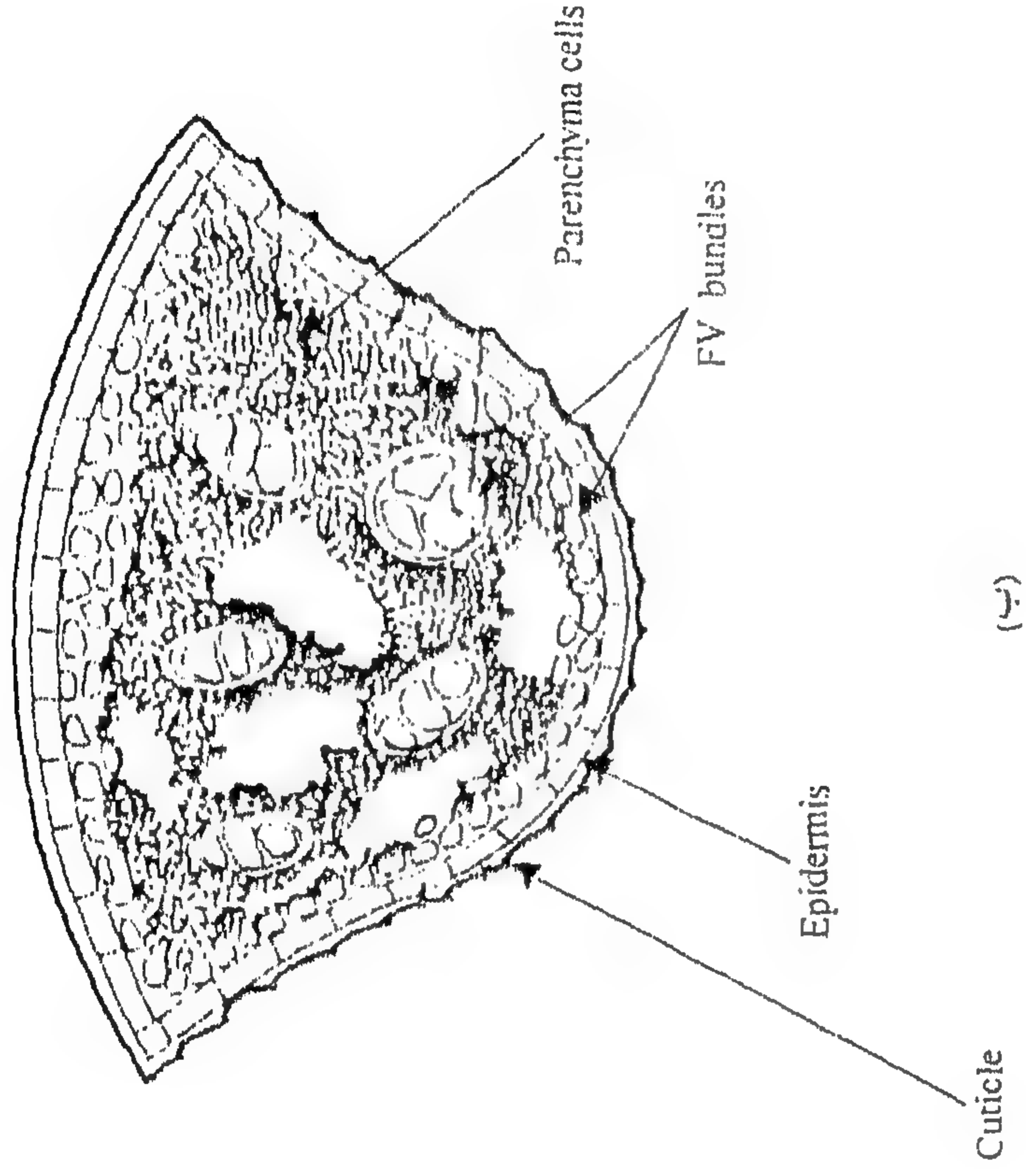
١-٢-٥ التعلم من الطبيعة^١ ومن الخواص البنيوية للموارد المادية المتجددة

تتميز الموارد المادية المتجددة عن غير المتجددة بأن لها بنى Structures يمكن أن تكون مصدرا للمعلومات والالهام التقني بالنسبة للمهندسين، فدراسة بنى هذه الموارد يمكن أن يكون معنا لنا في تصميم مواد تتمتع بمعايير أداء عالية ومتناغمة - في نفس الوقت - مع الدورات الطبيعية [26] . وسأضرب مثلا من خبرتنا مع جريد النخيل، يوضح شكل (٤-أ) وضع الجريدة بالنسبة للنخلة، كما يوضح شكل (٤-ب) مقطعا عرضيا في الجريدة، ويتميز جريد النخيل (أحادى الفلقة) عن الخشب (ثنائى الفلقة) بعدم وجود أشعة عرضية Radial rays ، أى أنه لا يوجد تدعيم عرضي Cross linking بين الحزم الليفية الوعائية والتي تمثل الوحدة البنيوية لجريد النخيل، أى أن هذه الحزم لا يربطها إلا نسيج الخلايا البارانشيمية المرن كما هو موضح بالشكل. هذه السمة البنيوية لجريد النخيل بالإضافة لشكل المقطع يحققان له خاصتي المرونة Flexibility والمتانة Toughness . وربما يفسر هذا تحمل جريد النخيل للملايين من دورات التحميل خلال عمره دون أن ينكسر حتى لدى تعرضه للعواصف الرملية الشديدة في الصحراء. يوضح شكل (٤-ج) تفصيلا لبنية تشريح الجريدة. ويتضح من هذا الشكل أنه كلما تحركنا من السطح الخارجى للجريدة إلى الداخل زادت أقطار الحزم الليفية الوعائية وقل عددها [23] ، أى أن نسبة الألياف المسنولة عن قوة البنية تتزايد بشكل كبير كلما اتجهنا من مركز الجريدة إلى سطحها. وهذه البنية Structure تتماشى مع شكل توزيع الاجهادات العمودية في مقطع الكمرة المعرضة لأحمال الانحناء . هكذا يمكن أن تلهمنا بنية جريد النخيل في تصميم كمرة من طبقات مؤلفة Composite layers

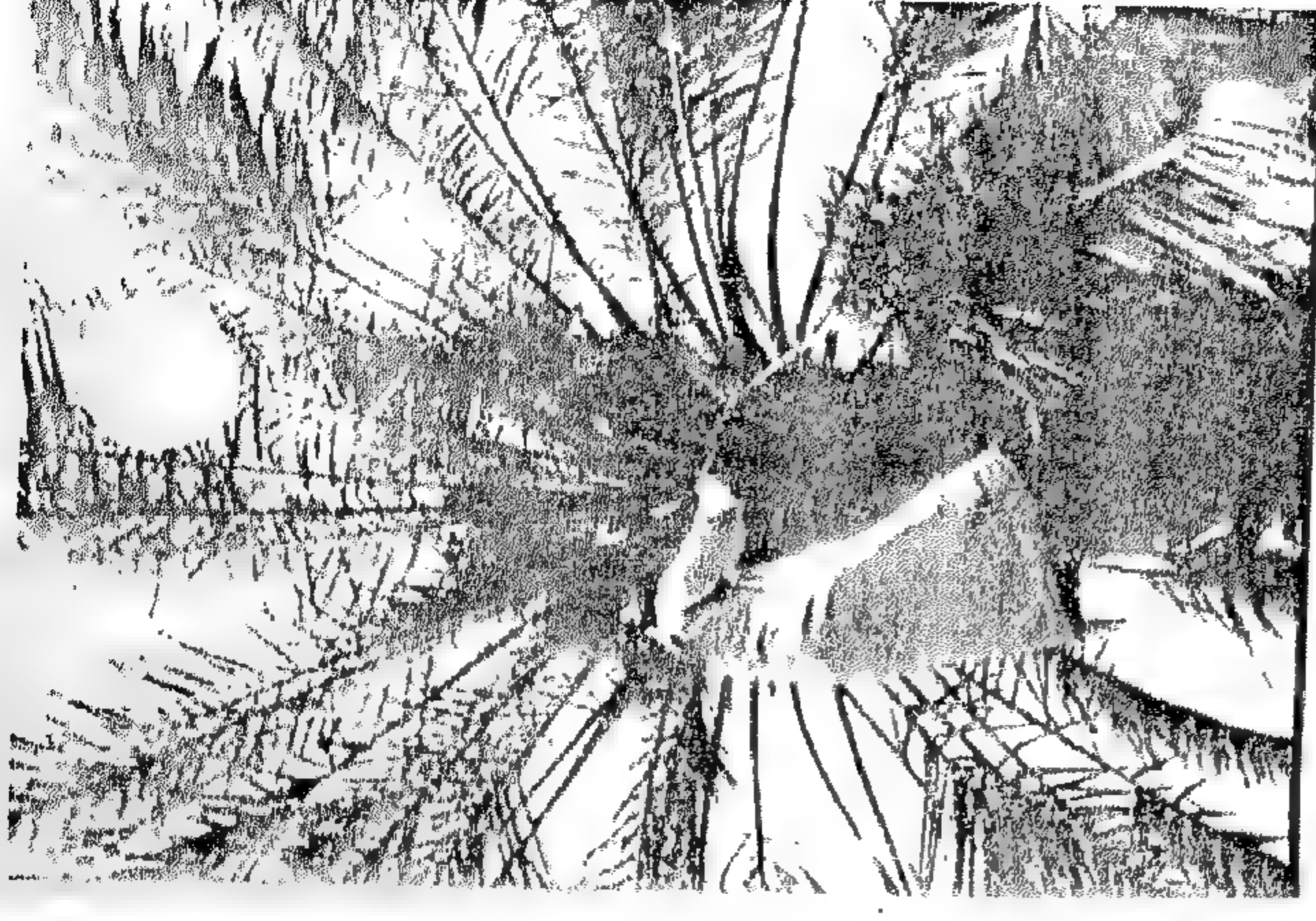
^١ محاكاة البيولوجى Biomimetics مجال جديد من مجالات العلم يهتم بدراسة المواد والبنى والأنساق البيولوجية بهدف رئيسي يتمثل في الاستفادة من الأفكار والحلول الموجودة في عالم النبات والحيوان في التطبيقات المفيدة للإنسان وهو ما يمثل "تجريد التصميمات الجيدة في الطبيعة" [21] .



(ج)



(ب)



(أ)

شكل (٤) : التركيب التشريحي لجريدة النخيل و اسلوب تعليقها Support بالنسبة للتعلة

تجمع بين صفات القوة العالية High strength (الطبقات الخارجية) مع المتانة Toughness (الطبقات الداخلية).

٢-٢-٥ اكتشاف خواص جديدة لبنى الموارد المادية المتجددة يمكن أن توفى بحاجات معاصرة .

لنعد مرة أخرى الى نموذج جريد النخيل. يوضح شكل (٤-ج) أن الطبقة الخارجية للجريدة تتميز بكثافة عالية للغاية للحزم الليفية الوعائية الصغيرة التي لا تتخللها الا خلايا بارانشيمية قليلة العدد وكذلك وجود طبقة شمعية على سطحها مما يجعل جريد النخيل مقاوما لفقد الماء خلال الظروف القاسية للصحراء، وبالإضافة الى ذلك يتمتع جريد النخيل بمواصفات عزل حرارى عالية، هكذا يمكن اقتراح استخدام جريد النخيل مع الخوص كمادة للتسقيف فى الاسقف منخفضة التكاليف وكذلك المظلات والمنشآت السياحية الصديقة للبيئة Ecologes .

٣-٢-٥ خفض التباين فى الأداء عن طريق الانتخاب السلالى والعمر وتصميم الوحدات الانشائية .

اجريت بحوث عديدة عن تأثير اختلاف السلالات على الصفات الميكانيكية للغاب Bamboo [30] ، وكذلك لجريد النخيل [13] . وتوضح نتائج هذه البحوث أن هناك تباين واضح للصفات الميكانيكية لهذه الموارد نتيجة لاختلاف السلالات، وتتأثر هذه الصفات كذلك بالظروف الايكولوجية مثل المناخ والتربة وكذلك الخدمة والرعاية الزراعية لها، يعنى ذلك أن انتقاءنا لجريد النخيل من نفس السلالة ومن نفس المنطقة ولنخيل من أعمار متقاربة سوف يقلل من تباين صفاته الميكانيكية.

ويتميز جريد النخيل بمقطع يقل من منبت الجريدة عند الجذع الى طرفها، وعند استخدامه فى السقف كحصيرة يقوم الفلاح برص الجريد "خاف خلف": أى وضع كل جريدة معكوسة بالنسبة لسابقتها فى الحصيرة مما يعد تقنية بسيطة للغاية "لتجنيس" Homogenization الصفات الميكانيكية للجريد وهناك تقنية أخرى تتمثل فى تقسيم الجريدة الى ثلاثة أقسام: قمة ووسط وقاعدة لكل منها مقطع وصفات ميكانيكية مختلفة، ويمكن بذلك تصنيع حصر من تلك الاجزاء تتمتع ببنى وخواص ميكانيكية أكثر انتظاما.

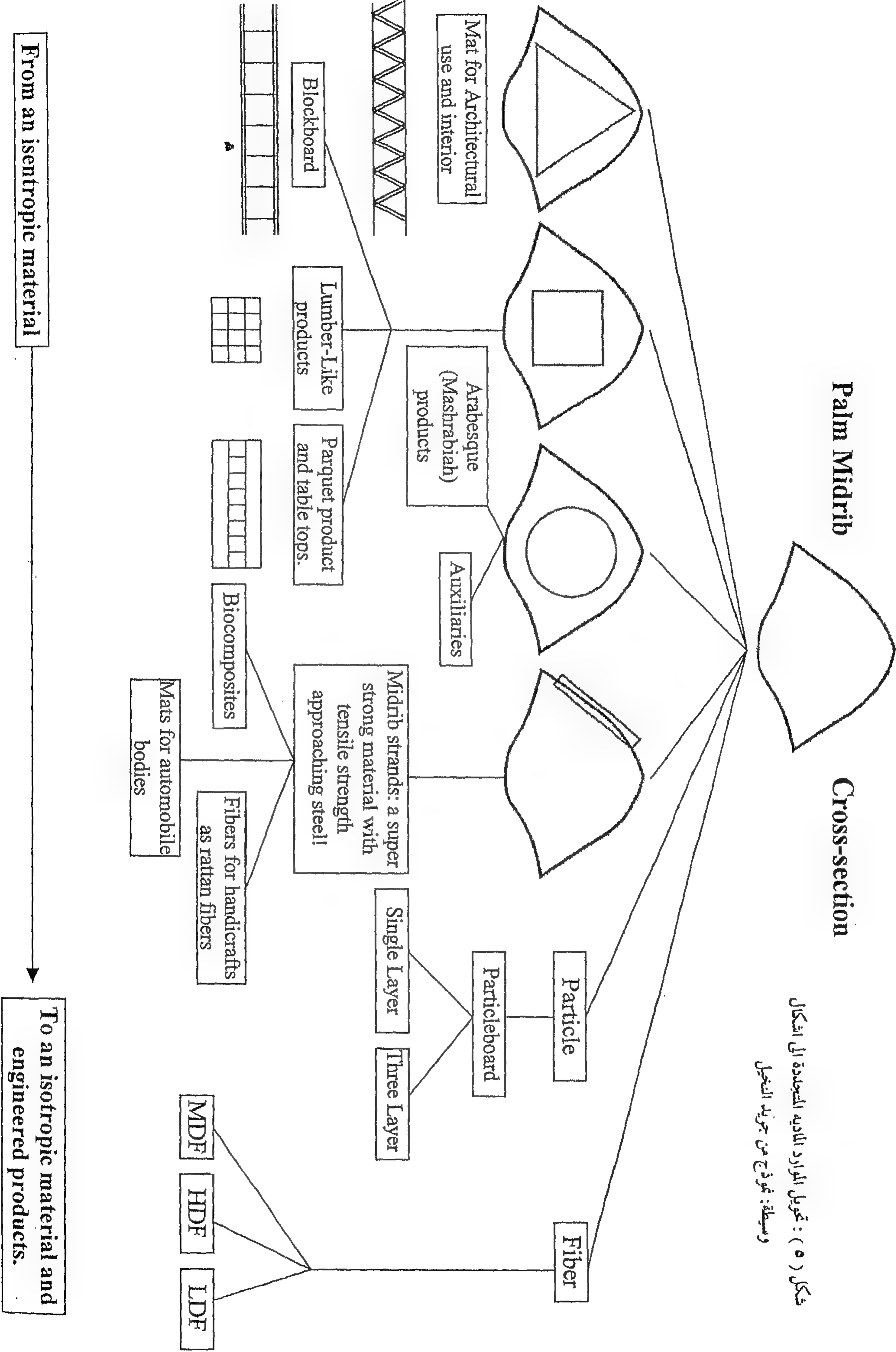
٤-٢-٥ تحويل المورد الى مادة وسيطة تتمتع ببنية متجانسة يمكن بالتالى استخدامها فى صناعة منتجات هندسية .

يوضح شكل (٥) تلك الفكرة، فتحويل المورد الى مادة أو شكل وسيط سوف يقلل التباين فى الخواص، فعلى سبيل المثال الجزء الداخلى للجريدة (قلب الجريدة) سواء كان مربعا أو مستطيلا أو دائرى المقطع يتمتع بانتظام حجم وتوزيع الحزم الليفية الوعائية بالمقارنة بالجريدة ككل. مما يؤدى الى تجنيس الخواص، وبالإضافة الى ذلك فسوف تلهمنا الاشكال الجديدة خيالا جديدا، وهذا بالضبط ما حدث فى تجربتنا: فالمقطع المربع لقلب الجريدة ألهمنا كى نتجه الى مجالات منتجات جديدة: السواح الكونتر بانوه، ثم الكتل البديلة للاخشاب [33] ، وأخيرا الباركيه من جريد النخيل، كذلك ألهمنا المقطع المستدير لقلب جريدة النخيل للاتجاه الى استخدامه فى الارابيسك بديلا للزان، كما تلهمنا شريحة جريد النخيل والتي

Palm Midrib

Cross-section

شكل (٥) : تحويل الموارد المادية المتجددة الى اشكال
وسيلة: نموذج من جريد النخيل



تقارب فى قوة شدها الصلب الطرى (٢٤ نيوتن/م^٢) [١٧] ، أن نتجه الى صناعة مؤلفات بيولوجية Biocomposites بديلة للمؤلفات البلاستيكية التى تستخدم الفبير جلاس Fiberglass وذلك وصولا الى جذاذ جريد النخيل فى الحبيبي وأخيرا الألياف فى الألواح الليفيه المختلفة. هكذا يمكن بالاساليب الصناعيه الملائمة تحويل الموارد المادية المتجددة من خامات غير منتظمة الخواص Isotropic الى مواد منتظمة الخواص Isotropic ومنتجات هندسية .

٥-٢-٥ تغيير تكوين وبنية المورد لاكسابه خواصا توفى باحتياجات جديدة

هناك تقنيات عديدة يمكن ان تستخدم فى هذا الغرض. فالتعطين يمثل تقنية تقليدية تستخدم بنجاح مع الغاب Bamboo للوقاية من الاصابة بالحشرات، حيث يؤدى الغمر فى الماء لفترات محددة الى تقليل محتوى النشا مما يقلل الغذاء للحشرات والفطريات [١٠]. وهناك كذلك اسلوب الحقن Impregnation والذى يستخدم مع الخشب، كما يمكن استخدامه كذلك مع الغاب وجريد النخيل لتحسين الصفات الميكانيكية واضفاء صفة مقاومة الحريق Fire retardance property .

٦-٢-٥ المعالجة السطحية لاكساب الموارد المتجددة صفات جديدة

تعتبر التكسية Lamination من التقنيات واسعة الاستخدام فى هذا الصدد. فالواح الحبيبي ذات الثلاثة طبقات مثلا تكسى بالورق المشبع بالميلامين Melamine-impregnated paper لزيادة مقاومتها للانتفاخ اذا استخدمت فى ظروف الرطوبة العالية (المطابخ والحمامات)، كذلك يكسى الابلاكاش المستخدم فى الصبات الخرسانية Shutter concrete بورق مشبع بالفنول Phenol-impregnated paper لاكسابه صفة مقاومة امتصاص الماء مما يؤثر على نعومة سطح الخرسانة كذلك يمكن استخدام دهانات الفينول للباركيه لاكسابه خاصية مقاومة امتصاص الماء وكذلك مقاومة البرى .

٧-٢-٥ صناعة مؤلفات من الموارد المادية المتجددة ومواد أخرى

هناك امكانية كبيرة لاستخدام الموارد المادية المتجددة فى صناعة مؤلفات ذات خواص منتظمة يمكن الاعتماد عليها وتتمتع بالاضافة الى ذلك بكونها صديقة للبيئة، فيمكن كما سبق تصنيع مؤلفات بيولوجية Biocomposites من هذه الموارد باستخدام كيمياء خضراء Green chemistry أى مواد لاصقة من موارد متجددة أيضا كالنشا وبروتين الصويا Soy proteins ، وكذلك يمكن استخدام الالياف الطبيعية بديلا للفبير جلاس القابل للحريق أو التحلل.

٦. نماذج لاستخدام الموارد المادية المتجددة كمواد هندسية صديقة للبيئة

فيما يلى عرض لنماذج لاستخدام الموارد المادية المتجددة روعى فى اختيارها أن تمثل تجارب وتوجهات جديدة لاستخدام هذه الموارد وأن تكون مفيدة لظروفنا الحالية .

١-٦ نماذج لاستخدامات صناعية "لمخلفات" زراعية كبداية للأخشاب

حدثت طفرة في السنوات الأخيرة في الاهتمام باستخدام الصناعي لما يسمى "بالمخلفات" الزراعية - والتسمية الأصح البواقي الزراعية : أى ما يتبقى من المورد بعد الثمار أو المنتج الاساسى [1] - وفى هذا المجال تحتل أمريكا الشمالية (الولايات المتحدة الأمريكية وكندا) الريادة فى انتاج الألواح المؤلفة Composite panels من هذه "المخلفات" وتعليل ذلك يتمثل : أولا : فى كبر حجم كميات هذه "المخلفات" والتي يقدرها البعض بـ ٣٠٠ مليون طن (وزن جاف) شهريا [35]، وهناك، ثانيا: الضغوط المحلية على مستوى الولايات الأمريكية والاتجاه المتزايد الى منع حرق هذه "المخلفات" ، وهناك ، ثالثا: المجهودات المضنية التي تقوم بها الجماعات الاهلية من هيئات المستهلكين Consumer Associations إلى جماعات البيئة مثل Miliendefensie, Natuur, Milieu and Green peace [5] ، من أجل الحفاظ على الغابات المطرية والحد من قطعها مما أدى الى تقليل الكميات المعروضة من الأخشاب وارتفاع أسعارها، وهناك، رابعا: السوق الضخمة لهذه المنتجات فى أمريكا الشمالية: خاصة فى مجال البناء .

وهناك حاليا ٦ مصانع منتجة وثلاثة تستعد للانتاج [37] ، ويوضح شكل (٦) تطور الطاقة الانتاجية لمنتجات هذه "المخلفات" وتوقعات زيادتها حتى عام ٢٠٠٩. يتضح من هذه الشكل أن هناك اتجاه مضطرب لانتاج هذه المنتجات والتي أصبحت تسمى بأسماء جذابة لتسهيل تسويقها مثل : Bio-based products [37]، Tree-free productes [8] ، كما تسمى هذه المخلفات حاليا بأسماء مبهرة للتأكيد على أنها ليست مجرد "مخلفات" تتوافر بكميات كبيرة ومطلوب "التخلص" منها أو أنها "رخيصة" مما يدنى من قيمتها سوقيا، بل باعتبار أنها مدخلات صناعية مثل Agro Fibers [14] ، و AG-fibers.

١-١-٦ الألواح الحبيبي من قش الأرز

فى سرى لانكا [41] ، بدء فى ١٩٩٣ التشغيل التجارى لمصنع الألواح الحبيبي من قش الارز حيث تتوافر هذه الخامة سنويا بكميات تفوق ٢ مليون طن، ولا تتعدى تكلفة معدات المصنع ١٠% من المصانع التقليدية حيث يتميز المصنع بصغر طاقة انتاجه (~ ٦٠٠٠ طن فى السنة). وبالإضافة الى ميزة تفادى حرق قش الارز تتميز هذه الألواح بمقاومة عالية للآفات والتآكل وكذلك النيران، كما أن خواصها من ناحية مقاومة التشرب بالماء وشد المسمار والصلادة السطحية عالية. ولقد وجد المنتج الجديد طريقه فى تصنيع صناديق الشاي بديلا للابلاكاش Plywood وكذلك فى تجليد الحوائط والابواب والاثاث والمناضد وبلاطات السقف والعزل الصوتى والحرارى، الخ.

٢-١-٦ الألواح الحبيبي من سوسة الأرز

وفى الهند [43] ، تم بنجاح استخدام سوسة الارز Rice husk والتي تتوافر كمياتها سنويا بحوالى ٣٠ مليون طن فى تصنيع الواح حبيبي (جدول (٢)). وجدير بالذكر أن التجربة المشار اليها تحقق الاستخدام الكامل دون أى بواق لسوسة الارز والتي لا يشجع ارتفاع نسبة السليكا فيها على استخدامها فى

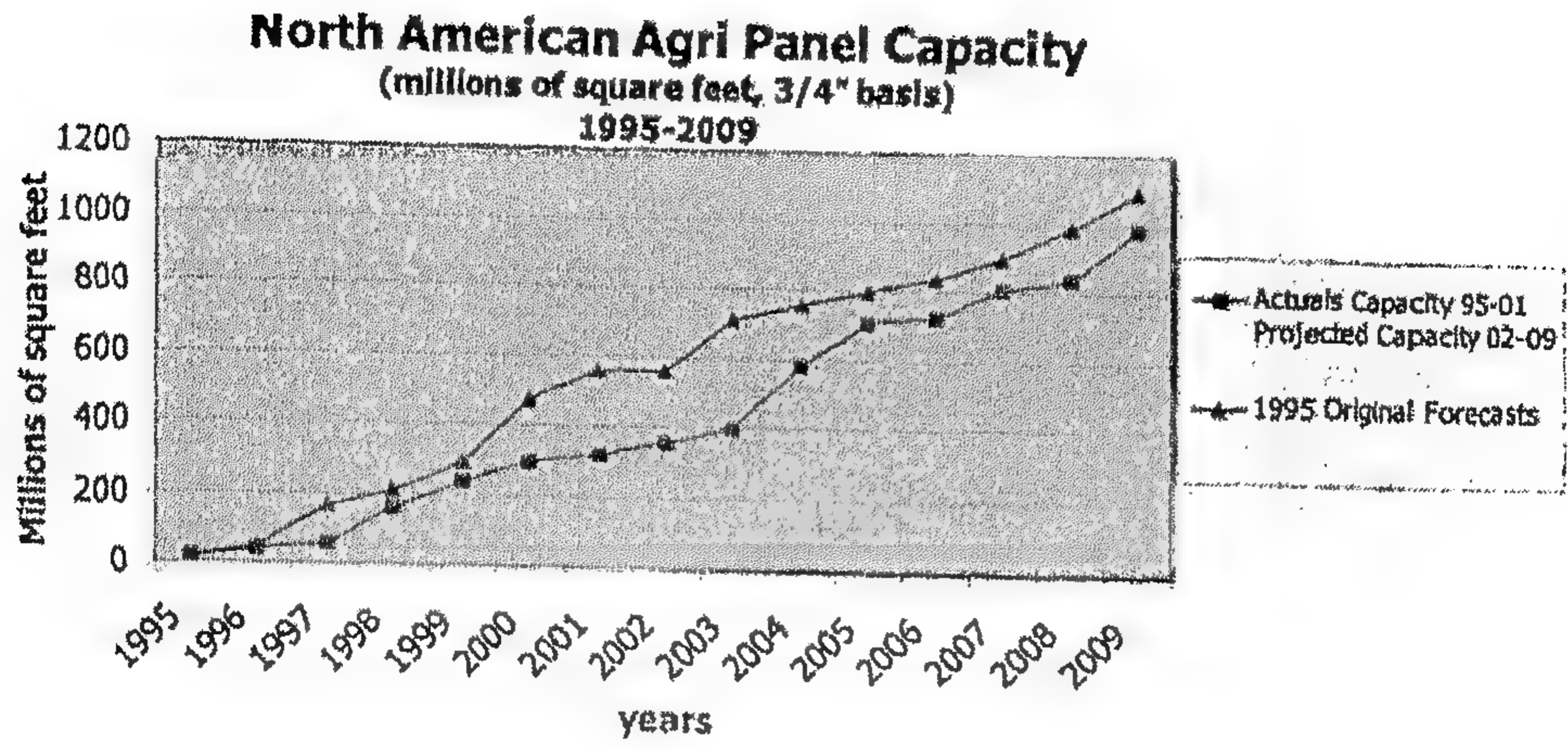
العلف الحيواني، وحيث يمثل وجود السليكا ميزة خاصة لألواح الحبيبي في مقاومة الاصابة بالحشرات والتعرض للنيران.

جدول (٢) قيم الترابط الداخلي وامتصاص الماء لألواح الحبيبي من سرسة الأرز [43].

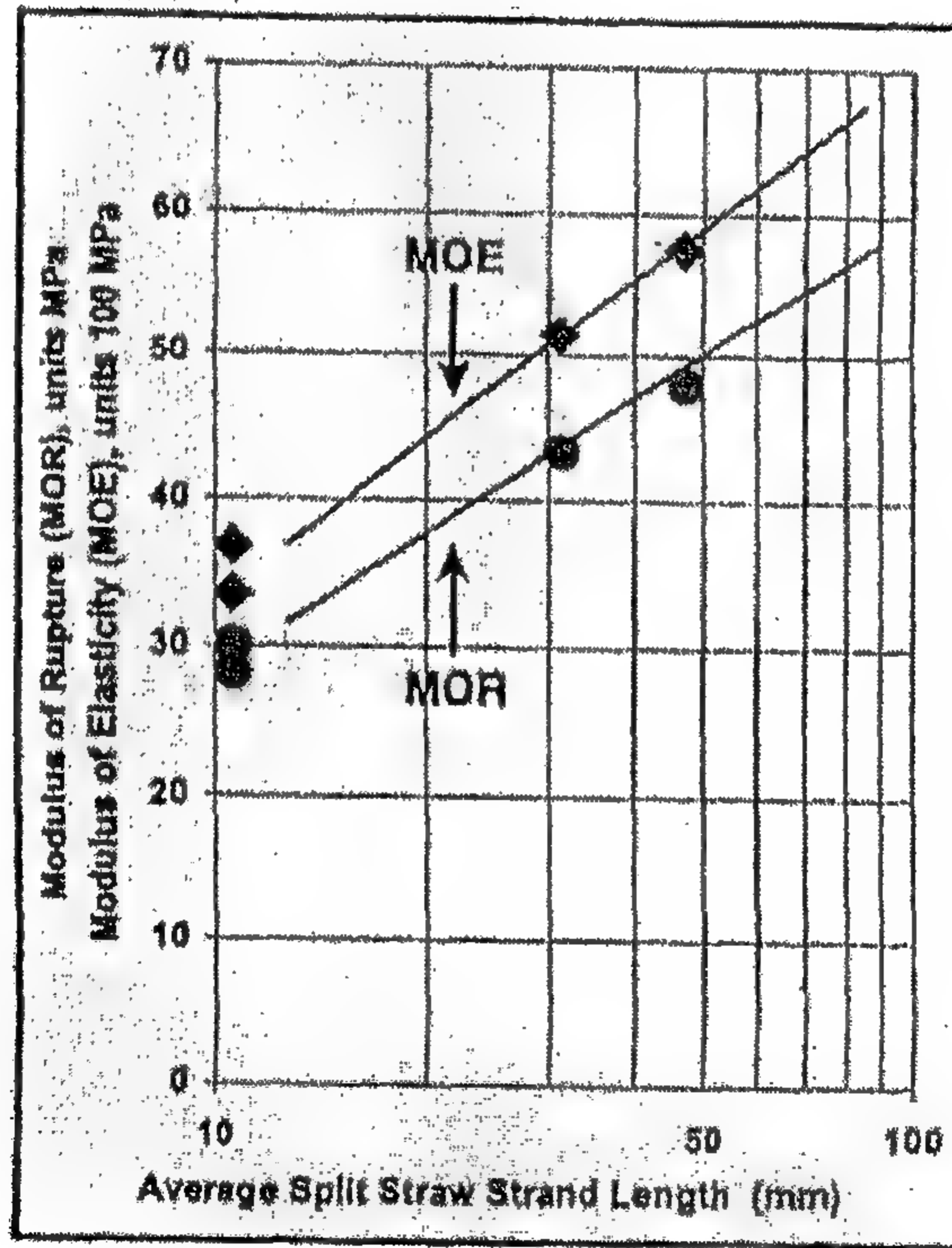
الكثافة Density	النسبة المئوية للملوية للالتفاف في السمك Thickness swelling percentage	النسبة المئوية لامتصاص الماء Water absorption percentage		متانة الارتباط الداخلي Internal bond strength
Kg/m ³	2 hr.	2 hr.	24 hr.	N/mm ²
٣٥٣	٣,٠	٣٥	٨٥	٠,١٨
٤٣٧	٢,٠	٢٥	٦٦	٠,٣٣
٦٥٣	٢,٠	١٥	٣٦	٠,٧٧
٨٠٠	٣,٨	١٣	٣٦	٠,٧٢
٨٦٠	٣,٥	١٥	٣٥	٠,٩٢
٩٠٠	٣,٥	٨	٢١	١,١٢

٣-١-٦ ألواح للبناء من القش Structural boards from straw

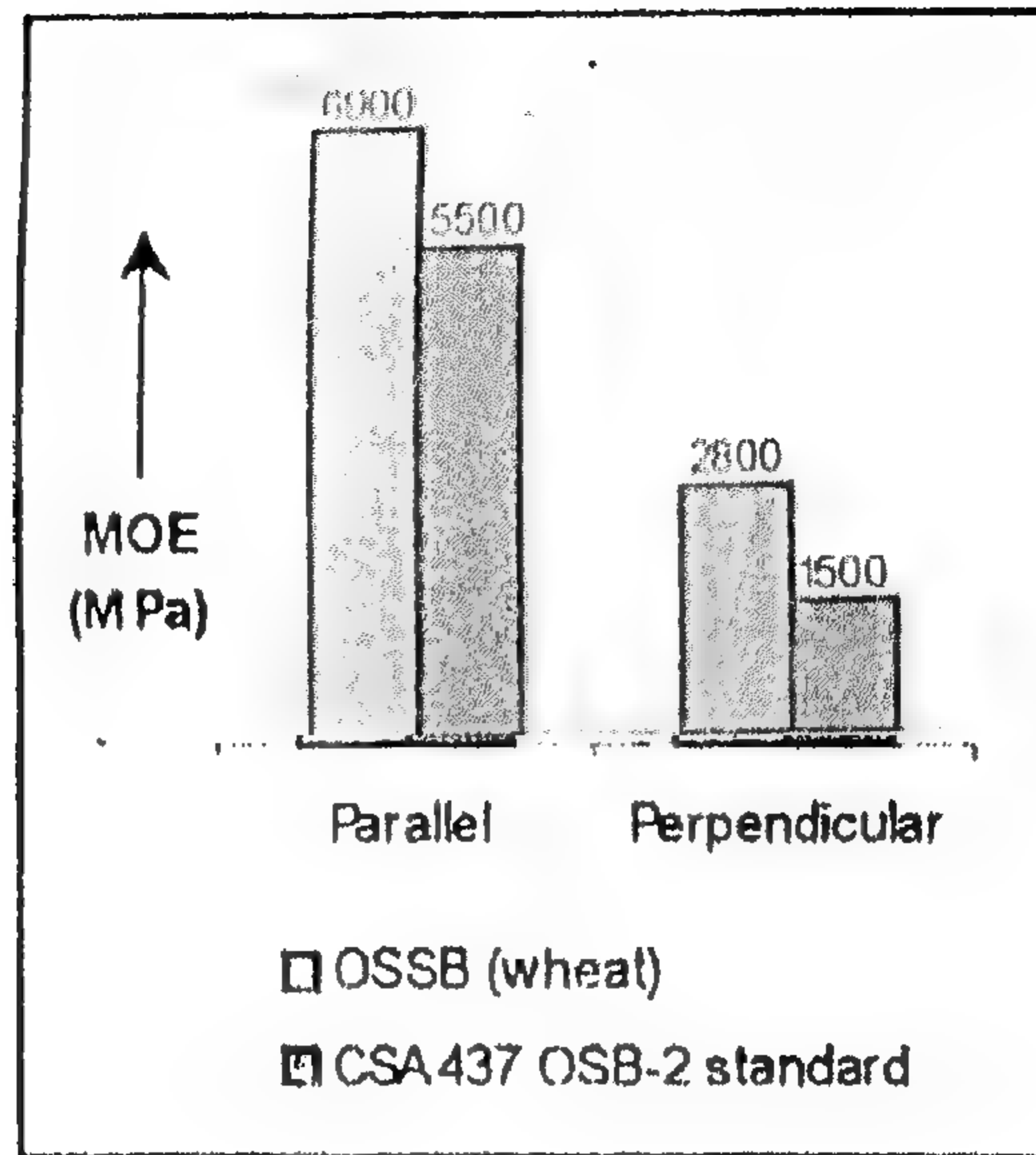
يعتبر قش القمح - منتجاً ثانوياً في ولاية البرتا Alberta في كندا بمعدل ٢-٤ طن/الهكتار (وزن جاف) سنوياً. لذا ففي عام ١٩٩٨ قام مجلس بحوث البرتا Alberta Research Council [4]، ببحث لإنتاج لوح شرائح موجهة من هذا القش (OSSB) Oriented Straw Strand Board وذلك بتنسيل سيقان القمح باستخدام معدة تنسيل Straw Splitter إلى شرائح تتراوح أطوالها بين ١٢ - ١٠٠ مم ، ثم خلطها براتينج MDI isocyanate وكبسها على الساخن تحت درجة حرارة ٢٠٠ م° لإنتاج ألواح ذات ثلاثة طبقات ، وميزة ماكينة التنسيل تتمثل في إطالة شريحة القش مما يرفع من قيمة معامل الكسر Modulus of rupture في الانحناء كما يتضح من شكل (٦). ويؤدي توجيه الشرائح إلى رفع قيمة قوة الانحناء Bending strength في اتجاه هذه الشرائح إلى ضعف القيمة في الاتجاه العمودي عليها . ويتضح كذلك من شكل (٧) ، (٨) أن معامل المرونة MOE ومعامل الكسر MOR لهذه الألواح يوفيان بمتطلبات المواصفة الخاصة بالألواح المستخدمة في البناء Structural boards ، ولقد تم تقدير الجدوى



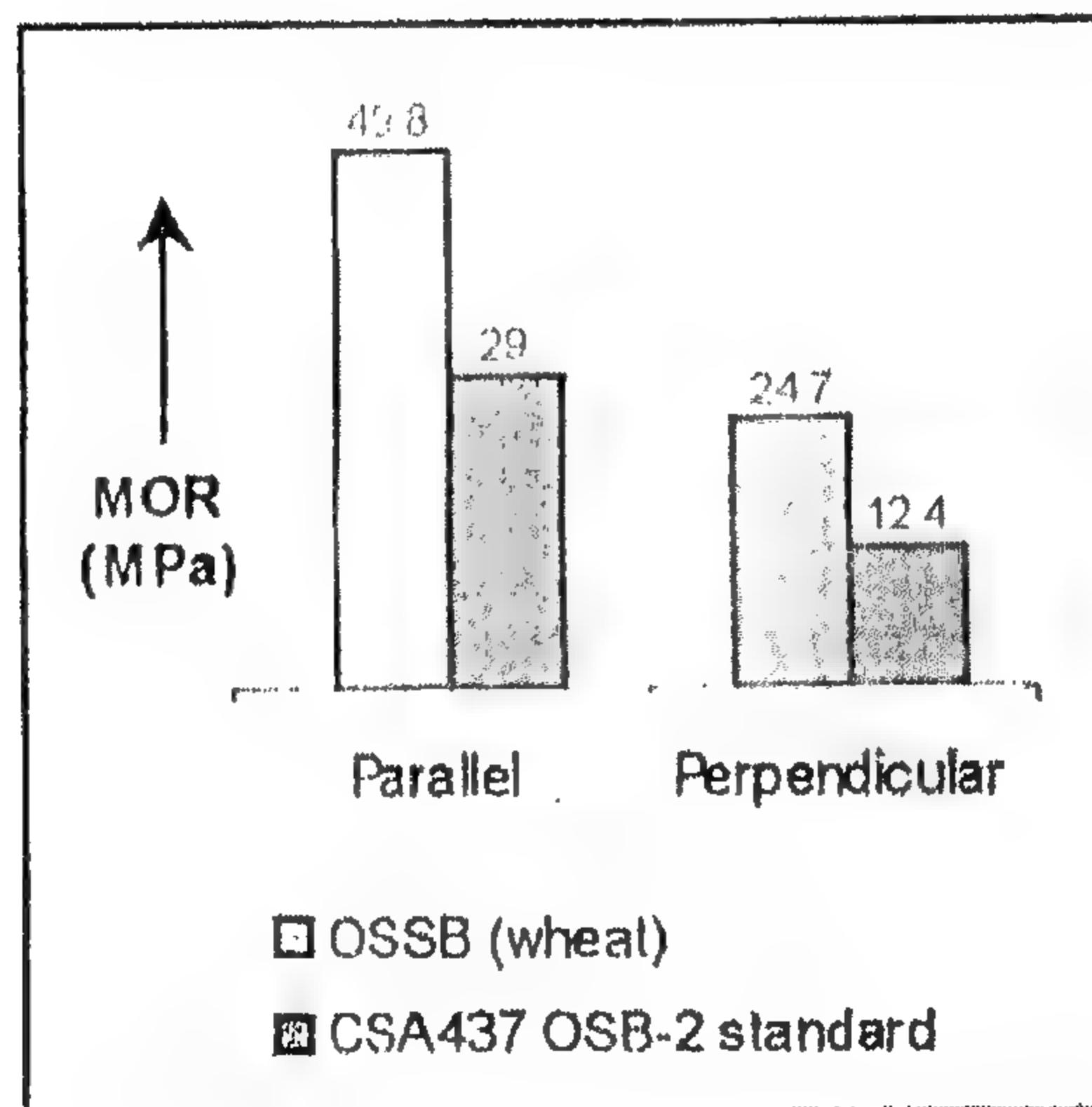
شكل (٦) : تطور الطاقة الإنتاجية الفعلية و المتوقعة للألواح من "المخلفات" (البواقي) الزراعية في أمريكا الشمالية، [36]



شكل (٧) : تأثير طول شريحة القش على خواص قوة الانحناء، [4].



شكل (٨) : قيم معامل المرونة (Modulus of Elasticity (MOE) للوح الشرائح الموجهة من القش Oriented Straw Strand board (OSSB) مقارنة بالقيم المنصوص عليها في المواصفات القياسية، [4].



شكل (٩) : قوة الانحناء (معامل الكسر Modulus of Rupture MOR) للواح الشرائح الموجهة من القش (OSSB) مقارنة بالقيم المنصوص عليها في المواصفات القياسية، [4].

الاقتصادية لاستخدام القش وفقا لمعيار Cost of resinated fibre (Mass basis) ووجد انه يمثل ٨٣% فقط من نظيره فى حالة استخدام الاخشاب مما يشير بإمكانية تطبيق هذا الاسلوب مع قش القمح .

٤-١-٦ ألواح ليفية متوسطة الكثافة Medium Density Fiberboards (MDF) من عراجين النخيل

فى منتصف ١٩٩٩ تم فى ماليزيا الانتاج التجارى للألواح الـ MDF من عراجين نخيل الزيت واللى تتوافر سنويا بكميات تصل الى ٢ مليون طن يتم فى العادة احراقها أو تركها كي تتحلل فى العراء، هكذا تم بناء مصنع الـ MDF مجاورا لمصنع استخلاص زيت النخيل. ويتم فى مصنع الـ MDF استخلاص الحزم الليفية Fibre bundles . تم معاملتها فى وحدة Pressurized refiner، بعد ذلك يستخدم غراء اليوريا فورمالدهايد ذو الانبعاث المنخفض ويجرى كبس المنتج النهائى فى مكابس ذات ١٢ طبق لانتاج ألواح الـ MDF بتخانات ٩، ١٢، ١٥، ١٨ مم ، وتفضل هذه الألواح نظيرتها التى تنتج فى ماليزيا من خشب المطاط Rubber wood فى السعر وكذلك فى الخواص الصوتية وفى عدم وجود بقع عليها، مما يتيح مجالات واسعة لاستخدام هذه الألواح مثل: الاثاث والمكتبات وصناديق السماعات، وينتظر أن تتسع هذه المجالات فى المستقبل لتشمل المواد العازلة والتغليف وعجينة الورق ، كما ينتظر أن يفتح هذا النجاح الصناعى المجال لاستخدام ٢٠ مليون طن أخرى من مخلفات نخيل الزيت فى ماليزيا [22] .

٢-٦ نماذج لاستخدامات صناعية لموارد متجددة كبديل للموارد غير المتجددة

١-٢-٦ البلاستيك. البيولوجى Bioplastics من شرش الجبنة

تجرى حاليا تجربة رائدة فى هولندا للاستفادة من ٧ مليون طن شرش جبنة تتخلف سنويا عن صناعة الالبان لاستخدامها فى انتاج بلاستيك بيولوجى Bioplastic قابل للتحلل بالبكتريا Biodegradable حيث يتوقع انتاج ٢٠٠,٠٠٠ طن سنويا من هذا الشرش يمثل ١/٤ إحتياج هولندا من البلاستيك فى العام [38]. ما هى الدوافع وراء هذا التوجه ؟

الشعور بالمستقبل المظلم لتوفر البترول الذى يستخدم عادة فى صناعة البلاستيك حيث يتوقع ألا يتعدى العمر الافتراضى لرصيد البترول (٢٠-٣٠ سنة) .

المساهمة فى خفض انبعاثات ثانى اوكسيد الكربون حيث يؤدى تصنيع ١ طن من البلاستيك من البترول (البولى ستيرين) الى انبعاث ٦ طن من ثانى اوكسيد الكربون.

تفادى الأمراض المرتبطة بالبلاستيك العادى (الديوكسين لدى احراق مخلفات البلاستيك والفتالاتين فى لعب الاطفال المصنعة من الـ PVC الطرى والذى يسبب العقم).

٢٠ تقادى أعراض مرض الجنون Mad Painter's Disease الذى يتعرض له مستخدموا مخففات الدهانات وانبعاثات ال (VOC) Volatile Organic Compounds، التى تصل فى اوروبا الغربية وحدها الى ١,٤ مليون طن سنويا [18] .

٢١ الآثار الضارة لدهانات البواخر والتى تذوب فى الماء وتؤثر فى الانسان عبر الاسماك التى يتناولها فى غذائه .

والميزات التى يحققها البلاستيك البيولوجى انه قابل للتصنيع بنفس التقنيات العادية المستخدمة فى البلاستيك كالصب والنفخ والحقن والبثق وأنه بالطبع قابلة للتحلل بالبكتيريا، والمجالات التى تجرى فيها حاليا تجارب الانتاج تتمثل فى: أدوات الطعام التى تستخدم مرة واحدة مما يوفر عمالة الفرز - وتجه شركة طيران KLM حاليا لاستخدام هذه المادة على طائراتها - البلاستيك المستخدم فى تعبئة الخضروات والذى يسمح بمرور الهواء، الزراعة المحمية فيما يسمى 'بالصوبة القابلة للامتصاص' Digestible greenhouse والذى كل مكوناته مصنوعة من البلاستيك البيولوجى وكذلك إصص الزرع والدهانات ومخففات الدهانات والراتجات ، كما ينتظر أن يتوافق منتج ال Bioplastics مع الزراعة العضوية Organic farming الأخذة فى الانتشار فى أوروبا، وعلى الرغم من أن سعر الطن من البيو بلاستيك ٢-٣ مرات مثيله من البلاستيك العادى إلا أنه ينتظر أن ينافس فى المستقبل عندما ينتج بكميات كبيرة وعندما يتم وفقا لـ Grüne Punkt اضافة تكلفة جمع العبوات وإعادة استخدامها على تكلفة المنتج [5]: هنا يمثل لبيو بلاستيك ميزة كبيرة لأن التسميد Composting هو أرخص اسلوب للتعامل مع المخلفات حيث ارتفعت تكلفة الحريق فى هولندا من ١١٣ الى ١٨٥ فلورين للطن [38] ، كما أن الضريبة على العبوات من المواد المصنعة Synthetic فى المانيا ١٥ ضعف الضريبة المقابلة على العبوات من المواد الطبيعية [5] .

٢-٢-٦ استخدام مخلفات البطاطس والموالح والتفاح وبنجر السكر وقشر الموز فى صناعة البيو بلاستيك

تجرى فى النمسا محاولات رائدة لاستخدام المخلفات الزراعية السابق الإشارة اليها فى صناعة البيو بلاستيك [40]، والفكرة الرئيسية هنا هى استخدام هذه المواد الغنية بالبكتين Pectin والرخيصة جدا فى صناعة منتجات عالية القيمة وذلك بديلا لاستخداماتها منخفضة القيمة فى الاعلاف وتسميد التربة وكذلك احلال البيوبلاستيك محل البلاستيك من البترول، وميزة هذه التجربة هى الاستفادة من التقنيات العادية المستخدمة مع البلاستيك العادى حيث تستخدم تقنية البثق Extrusion لانتاج حبيبات Granules أو Pellets يمكن ان تستخدم بعد ذلك لانتاج أى منتج بلاستيك، كذلك تتميز هذه التجربة بأن الانتاج ليس له مخلفات حيث يعاد ضخ المخلفات ثانية فى عملية الانتاج، كما أنها تحتاج لطاقة تشغيل منخفضة: ٠,٣٣ كيلو وات ساعة للكيلو من الحبيبات، ومجالات الانتاج المقترحة هى: مستلزمات الحدائق والعبوات والجنازات [40] .

بدأ هذا الاتجاه مدفوعا بالرغبة في ايجاد بديل للفيبر جلاس Glass fibres الشائعة الاستخدام الآن في تسليح الكثير من المؤلفات البلاستيكية نظرا لرخص سعرها بالنسبة لاداءها [25] ، إلا أن الفيبر جلاس صعب في التدوير Recycling وغير قابل للتحلل ولا للحريق، كما أنه يسبب حساسية في الجلد والتنفس لكل من يتعامل معه، بالإضافة الى ارتفاع كثافته (٢,٥ جم/سم^٣) مما يزيد من تكلفة نقله، هكذا بدأ ذلك الاتجاه رافعا شعار: الكتان في مقابل الزجاج Flax versus glass والذي يدعو الى استخدام اليااف الكتان والقنب والسيسال والجوت والاباكا Apaca والتي تتميز برخص ثمنها وخفة وزنها (١,٤ جم/سم^٣) بالمقارنة بالزجاج وكذلك بكونها صديقة للبيئة وقابلة للتحلل، كما انها لا تؤدي الى برى Abrasion العدد خلال التشغيل ، ولما كانت المشكلة الرئيسية لهذه الخامات تتمثل في حساسيتها للرطوبة والتحلل وعدم انتظام صفاتها الميكانيكية فلقد اجريت بحوث استهدفت تحسين صفات هذه المواد، تم في إحداها [25]، تسخين سيقان الكتان في أوتوكلاف لدرجة ١٦٠ م ثم تجفيفه ووضعه تحت حرارة ١٥٠ م مما أدى الى تسهيل فصل ألياف الكتان عن الساق وتحسين صفات اليااف . ولقد أثبتت هذه البحوث أن المؤلفات التي استخدمت فيها اليااف الكتان السابق الإشارة اليها والتي سميت بالديورتين Duralin لتسليح البولى بروبثين Polypropylene والبولى استر Polyester غير المشبع تتمتع بصفات فيزيقية وميكانيكية منافسة لمثيلتها التي تستخدم الفيبر جلاس.

ولقد فتح هذا التوجه البحثي الشهية لشركات السيارات مثل Daimler Bens, Peugeot, BMW توجه شطرا من جهود البحوث والتطوير الى صناعة المكونات الداخلية للسيارة مثل ال Side panels, dash board, floor covering, cushions, upholstery باستخدام اليااف الطبيعية وذلك بهدف خفض نفقات الإنتاج ووزن السيارة وكذلك تحقيق معيار الصداقة مع البيئة، كذلك يفتح المجال واسعا امام هذا الاستخدام للاليااف النباتية فى صناعة الأدوات الرياضية وكذلك مواد البناء مثل الارضيات والاسقف المعققة والفواصل Partitions وحلوق الشبابيك Window frames . ومما يسر من التوسع فى هذه المجالات سهولة التقنيات المستخدمة مثل: الكبس العادى لانتاج النواح والكبس فى اسطوانات Mouldpressing والبتق وكذلك الحقن Injection moulding [26] ، فبعد تحويل الخامة الى حبيبات بالبتق يسهل بأسلوب الحقن تصنيع السلع الخفيفة مثل : أيدى الابواب ومزاليج الاقفال، الخ .

ولقد شجعت النتائج السابقة باحثين آخرين لاستخدام مصادر اخرى للاليااف الطبيعية: ففي ماليزيا أجرى بحث لاستخدام اليااف عرجون نخيل الزيت فى تسليح البلاستيك Synthetic polymer وذلك لاحتلاله محل الفيبر جلاس بنسب مختلفة [34] .

يمثل ذلك الاتجاه خطوة جديدة فى تخضير الانتاج Greening وجعله أكثر صداقة مع البيئة وذلك باستخدام راتنجات من مواد طبيعية بدلا من البلاستيك المصنع من البترول. وتعتبر الحبوب -

وأشهرها - الذرة المصدر الرئيسى المستخدم للنشا Starch كراتنج حيث يتم طحن الحبوب حتى مقياس ٠,٥ مم، ثم تخلط مع الالياف النباتية مثل الكتان أو القنب أو الجوت أو المثنان أو القش . أو مخلفات الأخشاب لصناعة مؤلفات طبيعية مع اضافات لا تتعدى ١٠% لتحسين نوعية المنتج، وبالإضافة الى القابلية للتحلل يتميز المنتج بسهولة التشغيل كالخشب وكذلك سهولة الدهان ويوضح جدول (٣) ملخصاً لأهم الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمنتج، ويمكن باستخدام الحقن Injection moulding تصنيع مكونات الآلات ، خاصة تلك الأشكال التى يصعب إنتاجها بالاساليب التقليدية وكذلك لعب الأطفال ومستلزمات المكاتب وبعض الاجزاء الميكانيكية، بالإضافة الى العبوات، وهناك اتجاه فى كندا [12] ، لاستخدام الذرة كمادة رئيسية لصناعة المنتجات التى تستخدم مرة واحدة Disposable items كأدوات الطعام ومستلزمات رياضة الجولف .

جدول (٣): بيان بقيم بعض صفات مؤلفات بيولوجية [40]

Property	Value	Remark
Physical		
Density	1,4 kg/dm ³	
Diff. Measure of contraction	0,04 %	Each % change of rel. humidity
Mechanical		
Tensile strength	25 N/mm ²	DIN 53455
Modulus in tension	4700 N/mm ²	DIN 53457
Flexual strength	45 N/mm ²	
Modulus in flexure	5800 N/mm ²	DIN 53457
Screw extraction strength	150 N/mm	
Surface hardness	60 N/mm ²	DIN 53482
Electrical		
Spec. insulation resistance	$> 10^{12} \Omega \text{ cm}$	DIN 53482
Surface resistance	$> 10^{10} \Omega$	DIN 53482

٥-٢-٦ مواد عازلة من الموارد المادية المتجددة

الفكرة فى هذا الاتجاه هو استغلال احدى خواص تلك الموارد والتي تتمثل فى ضعف توصيلها للحرارة، بالإضافة الى وجود طبقة شعية على سطحها ، مما يشجع على استخدامها فى العزل الحرارى للمنشآت بديلاً عن الموارد المادية غير المتجددة . ويوضح جدول (٤) مقارنة بين الموارد المتجددة مثل الليف Coir والفلين والبوص والقنب والكتان، الخ وبين تلك غير المتجددة من حيث التوصيلية الحرارية

وكذلك التخانة المطلوبة للحائط الخارجى للوفاء بالمواصفة المعمول بها فى هذا الصدد فى هولندا. وتشير القيم بهذا الجدول الى أن هناك امكانية كبيرة لاستخدام الكثير من الموارد المادية المتجددة فى العزل الحرارى للمنشآت وخاصة أن التقنيات المطلوبة لعمل الواح أو حصر من هذه الموارد بسيطة نسبيا ويمكن أن تفتح فرصا هائلة لتنمية المجتمعات المحلية التى تتوافر فيها كميات كبيرة من هذه الموارد: كالבوص والقش والليف، الخ، وحاليا لا يتعدى الوزن النسبى لاستخدام هذه الموارد فى العزل: ١% [26].

جدول (٤): مقارنة بين بعض الموارد المتجددة وغير المتجددة التى يمكن استخدامها فى العزل الحرارى [26]

Insulation material	Lambda (W/m.K)	Thickness (m) if R = 2.5	Density (kg/m ³)
Renewable			
Coir fibre sheet	0.040-0.045	0.10-0.11	120-150
Cellulose	0.045	0.11	35
Cork board	0.045	0.11	100
Reed board	0.045	0.11	200
Wood shavings	0.05	0.125	-
Soft board	0.06	0.15	250
Hemp (loose or pressed)	0.064-0.072	0.16-0.18	100-140
Flax board	0.08	0.20	300
Straw board	0.08	0.20	200
Wood cement board	0.09	0.22	350
Wood magnesite board	0.10	0.25	400
Shells	0.25	0.625	550
Non-renewable			
Expanded polystyrene (EPS)	0.027	0.07	30-40
Polyurethane (PUR)	0.026-0.035	0.07-0.09	30-60
Extruded polystyrene (XPS)	0.035	0.09	15-30
Rock wool	0.034-0.040	0.09-0.10	35-250
Glass wool	0.042	0.10	120-150

[R = thermal resistance (m², K/W)]

٧. الموارد المادية المتجددة: رؤية جديدة للصناعات الصغيرة والمتوسطة

يتنامى الاهتمام العالمى بالموارد المادية المتجددة فى الآونة الاخيرة مما يمثل اتجاها معاكسا لسطوة الموارد المادية غير المتجددة خلال القرن العشرين، وتمثل أوروبا الريادة فى هذا التوجه، ومثالا لذلك يدعم برنامج

الاطار المرجعي الذي بدأ تنفيذه في فبراير ١٩٩٩ The 5th Framwork Programme (1999-2002) بواسطة الاتجاه الاوربي - البحوث في مجال الاستخدامات غير الغذائية للمحاصيل [12] Non-food use of crops ، خاصة تلك التي تتعلق بمحاصيل الالياف لانتاج المواد للاستخدامات الانشائية Raw materials for structural uses والكلام هنا عن امكانية احلال هذه الموارد المتجددة محل الموارد غير المتجددة والأقل ترفقا بالبيئة Less environmentally benign resources ، وهذا الاحلال يجب ألا يقع في المحاذير التي تضر بالبيئة وبالبشر: مثل الاضرار بالتنوع البيولوجي بالاسراف في زراعة محاصيل معينة Monocrop culture والتعديل الجيني Genetic modification أو الاسراف في استخدام المخصبات والمبيدات .

ويتزايد الاهتمام بصورة خاصة في أوروبا بنباتات الالياف الطويلة مثل الكتان والقنب Flax and hemp ، لجودة صفاتها مما ينعكس بالتالي على الصفات الميكانيكية للمنتجات المصنعة منها واللافت للنظر أن الحديث عن حتمية زيادة الاهتمام بمحاصيل الالياف في المستقبل يأتي في اطار التنبؤ بالاعتماد عليها للوفاء بالاحتياجات من المواد العضوية في المدى المتوسط والبعيد وكذلك التنبؤ بتطور علاقات تكافل قوية بين زراعة نباتات الالياف والصناعات القائمة عليها وفي اطار تنافس متوقع مع دول العالم الثالث يكون لأوروبا السبق فيه لانها لديها الميزة التكنولوجية Technological edge ! ويشار حاليا الى شركات كبيرة مثل UNILEVER تصل عمالتها الى ٣٠٠,٠٠٠ وتعتد على الموارد المادية المتجددة بنسبة ٧٠% وتعمل بالتنسيق مع جمعية صندوق حياة العالم البرية World Wild Life Fund كنموذج مستقبلي [12] .

ومرة اخرى: ما هي الاسباب وراء هذا التوجه؟ الحديث هنا وبصراحة عن الوفاء بالاحتياجات المادية لأوروبا بعد استنفاد الثروات وعن اعادة الحيوية للاقتصاد الريفي Revitalization of rural economy في أوروبا والذي لا يضم في المتوسط أكثر من ٥,٥% من العمالة وعن فتح اسواق جديدة لمواجهة ظاهرة الكساد العالمي.

لكن ما هو النموذج المقترح للصناعة والتي يتمشى مع استخدام الموارد المادية المتجددة في إطار التنمية المستدامة؟ تنطلق رؤية الفلسفية هنا من النظر لنبات كنموذج لتكنولوجيا الناعمة Soft technology وفهم صفاته البنيوية والفيزيائية والكيميائية ومحاولة الاستفادة من فهم هذه الصفات أقصى ما يمكن في تخليق أو انتاج المنتجات التي يتعين أن تكون عضوية ما أمكن حتى يمكن اعادتها الى الدورة الطبيعية ما أمكن والصناعة إذا تبدأ بفهم امكانية المورد لنبات Resource potential of the plant باعتباره نسقا طبيعيا وجزء - في نفس الوقت - من النسق الايكولوجي الاكبر والوظائف التي يقوم بها النبات في اطار النسق الأم وإدراك المنطق الكلي المعقد Sophisticated and complex holistic system لنبات وبناء الصناعة وفقا لنفس هذا المنطق . وهذا يتسنى إما بإنشاء مجمع صناعي ضخم يقوم بالعديد من الوظائف الانتاجية أو مجموعة من المصانع الصغيرة في منطقة جغرافية معينة . والحل الثاني هو المرشح مستقبليا لأنه يتمشى مع التنمية المستدامة . نكتكلم هنا على صناعات صغيرة ذات طبيعة مختلفة Bioneric ' تتكامل في اطار مفهوم النطاق البيولوجي Bioregion ' والذي يوفر

Bio تعني الاهتمام بالحياة الطبيعية وبدعم الانساق الايكولوجية،

Net تعني أنها مرتبطة بشبكات: سواء في توفير الموارد أو في كافة انشطتها .

IC تعني ان تكنولوجيا المعلومات والاتصالات سوف تلعب دورا كبيرا في نجاح هذه المنشآت: محليا واقليميا ودوليا.

السباق العضوى للإنتاج الزراعى والصناعى والاستهلاك المستديم، وفى هذا السياق سوف تشترك مجموعة متكاملة من الصناعات الصغيرة والمتوسطة، كما هو موضح فى شكل (١٠) فى الخدمات المختلفة وفى الموارد مما يمثل منطقة اقتصادية Economic zone تعمل فى إطار التنمية المستديمة [12] .

٨. خاتمة

يقول مثل يابانى شهير : "رؤية بلا عمل: احلام بقضة وعمل بلا رؤية: كابوس"، وفى إطار موضوع الورقة فإن المثل السابق يدفعنا لأن نسأل انفسنا الاسئلة التالية:

هل نحن المصريون أصحاب خبرة فى الزراعة تؤمن لنا وضعاً تنافسياً عالمياً فى الاستخدام الصناعى للموارد المادية المتجددة؟

وهل لنا استراتيجية قومية للتعامل مع هذه الموارد، فى إطار التنمية المستديمة - خاصة مع قرب انعقاد مؤتمر Rio + 10 فى عام ٢٠٠٢ فى جوهانسبرج فى قارتنا الافريقية؟

وهل لدينا خطط لترجمة هذه الاستراتيجية فى واقعنا العملى وصولاً للمحليات وشركات القطاع الخاص والمواطنين؟

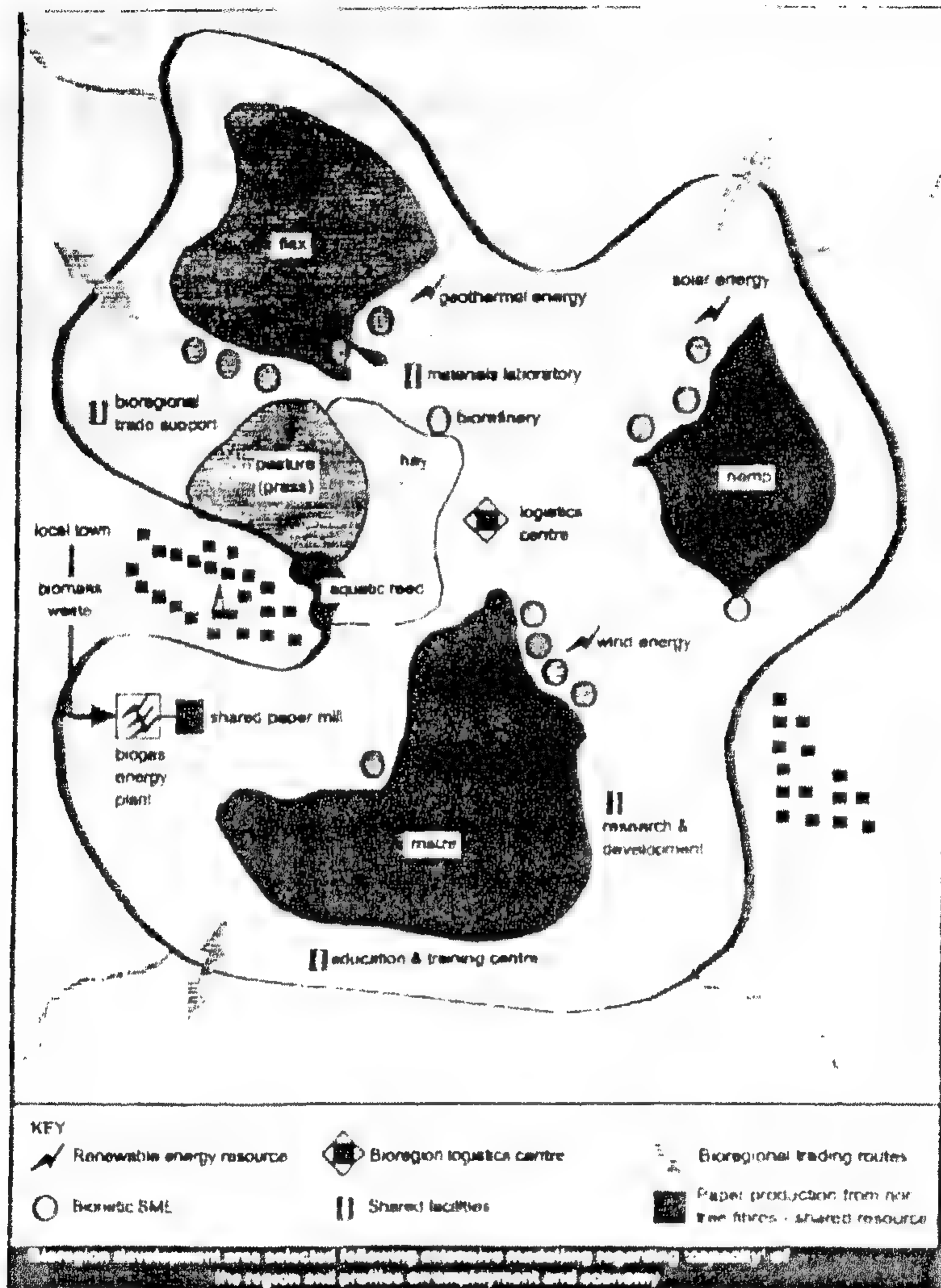
هذه الاسئلة أوجهها للسادة المشاركين فى المؤتمر، لكننى أسمح لنفسى بعدة مقترحات:

١. الدعوة لمؤتمر قومى لوضع استراتيجية للتعامل مع الموارد المادية المتجددة خاصة "المخلفات" (البواقي) الزراعية والتي يتوافر منها سنوياً ٤٠ مليون طن (وزن جاف) فى مصر و ٥٠٠ مليون طن فى العالم العربى [1] ، والتي تتميز برخص الثمن ومحدودية الأثر البيئية: فأنت لا تزرع قش الارز أو حطب القطن - وبالتالي نفس كميات المبيدات والمخصبات ونفس تكلفة الزراعة .

٢. انشاء موقع على الأنترنت Internet Website لتسهيل تبادل المعلومات عن الكميات المتوفرة من الموارد المادية المتجددة (محلياً - اقليمياً - عالمياً) وخواصها المختلفة وكذلك نقل التكنولوجيا عن انسب اساليب تداولها وتصنيعها مما يدفع بقوة جهود التنمية المستديمة .

^١ يمكن تعريف النطاق العضوى، Bioregion بما يلى :

"... is the dominant political paradigm that allows social and economic growth within the carrying capacity of the land while being supplemented by inter-Bioregional trade. Nation states have given way to region states that have situated themselves with the necessary critical mass to be self-reliant and prudent regional traders. Bioregionalism is not utter self-sufficiency or the end of trade, but a self-reliance in basic provisions for reasons including community security, ecological sustainability and personal fulfilment. While not abjuring material comfort, most Bioregionalists advocate some level of voluntary simplicity; viewing modern consumerism as evidence of a spiritual world left by the shattering of human communities and their connection with nature. Restoration of community life within the greater community of nature is the core goal of Bioregionalism"[12].



شكل (١٠) : نموذج النطاق البيولوجي Bioregion [12]

٣. توفير دعم قوى لبحوث الاستخدامات الصناعية للموارد المتجددة خاصة انها تعتبر ساحة بكر للبحوث والتطبيقات الهندسية .

٤. مطالبة الدولة بدعم المحليات في جهود تداول وتخزين ونقل "المخلفات" (البواقي) الزراعية.

٥. تشجيع انشاء الشركات الصناعية خاصة الصغيرة والمتوسطة التي تهتم بانتاج منتجات صديقة للبيئة من الموارد المادية المتجددة شريطة أن يتفق نشاطها الانتاجي مع التنمية المستدامة .

٦. تشجيع انشاء الجمعيات الاهلية في مجال نشر الثقافة العلمية والتكنولوجية المتعلقة بالاستخدام المستديم للموارد المادية المتجددة وكذلك في مجالات الحفاظ على البيئة والانتاج .

٩. المراجع

١-٩ المراجع العربية

١. حامد ابراهيم الموصلى، استخدام المخلفات الزراعية فى الصناعة ، دورة معالجة المخلفات الصناعية واعادة تدويرها، جمعية المهندسين الميكانيكيين، ابريل ، ٢٠٠٠ .

٢. حامد ابراهيم الموصلى، التكنولوجيا والحضارة والبيئة: نظرة مستقبلية، المؤتمر الثانى عشر للهندسة الميكانيكية، الصناعة والخدمات فى ظل العولمة والجات، فندق فلسطين - المنزة - الاسكندرية - ١٠-١٣ مارس ، ١٩٩٩ .

٣. شكرى ابراهيم سعد، نباتات مصر القديمة، اكااديمية البحث العلمى والتكنولوجيا، سلسلة نحن والعالم، ٤، ١٩٩٨ .

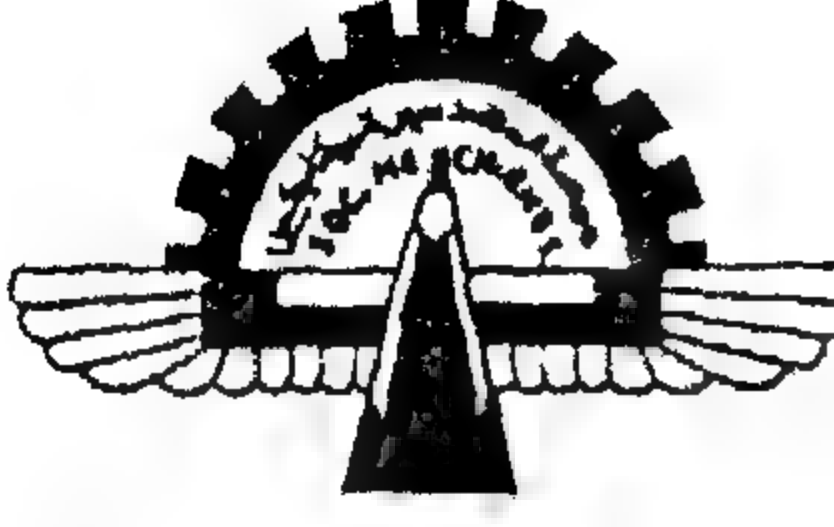
٢-٩ المراجعة الاجنبية

4. Bach, L. Structural Board Made of Straw. 33rd International Particleboard & Composite Materials Symposium, Washington State Univ., Pullman, USA, 12-15 April, 1999.
5. Behage, J. Development of Durable Goods, Packaging and Disposables with Advanced Materials Based on Renewable Resources. Workshop: Pioneer Industries on Sustainable Renewable Resource Use. Conference: Challenges of Sustainable Development, Amsterdam, 22-25 Aug., 1996.
6. Bendell, J. Civil Regulation: a New form of Democratic Governance for the Global Economy, Terms for Endearment. Business, NGOs and Sustainable Development, Jem Bendell, Greenleaf Publishing Ltd., UK, 2000.
7. Breton, A. Efficiency and Sustainability in "Renewable Resource Use. Conference Organized by Wirtshafts Universtät, Vienna, 2000.

8. Brian MLEOD. Panel Source International. Dawn in the grain forest. Straw Board, Proceedings of the Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society, Winnipeg, Manitoba, May 19-20, 1999.
9. Charter, M. Draft Discussion Paper. Sustainable Product Development and Design. The Centre for Sustainable Design, UK, 1998.
10. Chowdhury, M.Y. Physical and Chemical treatments of bamboo for strength and durability. Bamboo and its uses. International Symposium on Industrial Use of Bamboo, Beijing, China, Dec. 1992.
11. Cogoy, M. Two Routs to Absolute Dematerialization. Conference Organized by Wirtschafts Universtät, Vienna, 2000.
12. Crops for Sustainable Enterprise. Design for Sustainable Development. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Wyattville Road, Loughlinstown, Co. Dublin, Ireland, 2000.
13. Date Palm Midrib Utilization Project Final Report. Center for Development of Small-Scale Industries in callobration with IDRC. Faculty of Engineering, Ain-Shams University, Cairo, October 1995.
14. Donald E. Lengel. PE AG-Fibers: they look like fibers-they act like fibers Why not make fiberboards? Straw Board, proceedings of the Meeting of the Eastern Canadian Section of the Forest Products Society, Winnipeg, Manitoba, May 19-20, 1999.
15. El-Mously, H.I., Megahed, M.M. and Rakha, M.M. Agricultural Residues for Particleboard Production: A Case Study on Cotton Stalks. Proceedings of the Seventh Cairo University International MDP Conference, Cairo, Egypt, 15-17 Feb., 2000.
16. El-Mously, H.I. Introduction to the Workshop: Inventing and Refining Sustainable Technologies and Services. International Conference: Challenges for Science and Engineering in the 21st Centory, Stockholm, Sweden, 14-18 June, 2000.
17. El-Shabasy A.B and El-Mously H.I., Study of the variation of tensile strength across the cross-section of date palm leaves' midrib. Proceedings of the 5th European Conference on Advanced Materials and Processes and Applications, Vol 4, Characterization and Production/Design, Maastricht, 21-23 1997.
18. Green-Tech Newsletter, Vol. 1, No. 1, Feb., 1998.
19. Helmut, H. and F. Krausmann. From Wood and Rye to Paper and Beef: Changes in the socio-Economic Biomass and Energy Metabolism during 200 years of Industrial Modernization in Austria. Conference of Wirtschafts Universität, Vienna, 2000.
20. INBAR news magazine, Vol. 7, Issue 1, April 2000.

21. Materials Congress, 2000: Call for papers, 12-14 April, 2000.
22. Maylor, R. Pioneering the Production of Oil Palm MDF. Dyno Resin Technology, No. 1. 1999.
23. Megahed, M.M. and H.I. El-Mously. Anatomical structure of date palm leaves' midrib and its variation across and along the midrib, IUFRO XX World Congress, August 6-12, 1995, Tampere, Finland.
24. Our Common Future, Brundtland Commission, World Commission on Environment and Development, 1987.
25. Pott, G.T. and Others. Upgraded Flaxfibres as Reinforcement in Polymer Composites. Exhibition of the 5th European Conference on Advanced Materials and Processes and Applications, Maastricht, 21-23 April, 1997.
26. Renewable Resources for Material Purposes: An Overview of Options. UNEP-WG-SPD, 1995.
27. Roger M. Rowell, Opportunities for lignocellulosic Materials and Composites. Proceedings of symposium: Engineering technologies for materials and chemicals from biomass, Aug., 1990, Washington, DC. Washington, DC: American Chemical Society, 1992.
28. Segger, M.C. Sustainable Consumption: the Challenge for the Coming Generation. Industry and Environment, Vol. 22, No. 4, Oct. - Dec. 1999.
29. Shen, Z.R. On Development of Bamboo Industry in Continental China. Bamboo and Its Uses. International Symposium on Industrial Use of Bamboo, Beijing, China, 7-11 Dec., 1992.
30. Shuen, C.W. and others. Relationships between anatomical characteristics and permeability properties in Taiwan grown bamboo species. Bamboo and its uses. International symposium on industrial use of Bamboo., Beijing, China, Dec., 1992.
31. Sustainable Use of Renewable Material Resources for Material Purposes. A Conceptual Approach. UNEP-WG-SPD, 1995.
32. Sustainable Technology Development, Greenleaf Publishing, gleaf. Info@easynet.co.uk, 28 March 2000.
33. Taysseer A.M., H.I. El-Mously and M.M. Megahed. A new lumber-like product from date palm leaves' midribs. Proceedings of the 5th European Conference on Advanced Materials and Processes and Applications, Vol. 4 Characterization and Production/Design, Maastricht, 21-23 April, 1997.
34. Teoh, H.C. and others. Sheet Moulding Compounds Based on Palm Fruit Pressed Fiber. Producing of the 3rd National Seminar on: Utilization of Oil Palm Tree and other Palms, Kuala Lumpur, 27-29 Sep., 1994.

35. The Alternate Panel Report. Estimating Biomass Resources. Vol. 1, Issue 11, Nov., 2000.
36. The Alternate Panel Report. Special Feature: Part I: The Alternates Panel Market-A Major Review. Vol. 1, Issue 12, Dec., 2000.
37. The Alternate Panel Report. Special Feature: Part II. The Alternate Panel Market-A Major Review. Vol. 2, Issue 1, Jan., 2001.
38. Vooijs, H. Bioplastics from Agricultural Waste, A Sustainable Consumption Cycle. Workshop: Inventing and Refining Sustainable Technologies and Services. International Conference: Challenges for Science and Engineering in the 21st Century, Stockholm, Sweden, 14-18 June, 2000.
39. Weenen, Hans Van, Towards Sustainable Product Development. The 1st European Roundtable on Cleaner Production, Graz, Austria, 16-18 Oct., 1994.
40. Wimmer, R. Status of Research and Development on the Replacement of Conventional Plastics by Agriculture Waste Using Injection Moulding. Workshop: Pioneer Industries on Sustainable Renewable Resource Use. Conference: Challenges of Sustainable Development, Amsterdam, 22-25 Aug.,.
41. XILON International. Particleboard from Rice Straw., VIII, No. 83, Jan., 1995.
42. Yamamoto, R. Manifesto of Ecodesign, Closing Remarks of ecodesign'99. Conference Ecodesign'99. Tokyo, Japan, 1-3 Feb., 1999.
43. Zoolagud, S.S. and K.A. Kushalapa. Development of Ecofriendly Panel Products. Conference: Challenges of Sustainable Development, INES, Amsterdam, 22-25 August, 1996.



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية في خدمة المشروعات القومية والتنمية

1/4

الجر الكهربائي بسكك حديد مصر - مواقع وموانع
استخداماته وامكانية تطبيقه على خطوط الشبكة الحالية
والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية

أستاذ دكتور / محمد عبد الفتاح طلحة

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

٢٨ - ٣١ مارس سنة ٢٠٠١

فندق هنان فلسطين بالاسكندرية

الجر الكهربائي بسكك حديد مصر مواقع وموانع استخداماته وإمكانية تطبيقه على خطوط الشبكة الحالية والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية

بقلم

أستاذ دكتور مهندس / محمد عبد الفتاح طلحة

أستاذ وأستشارى السكك الحديدية وهندسة النقل

ملخص البحث

إن استخدام الجر الكهربائي بخطوط السكك الحديدية أمر مستحب ويسعى إليه علماء السكك الحديدية والنقل والبيئة والاقتصاد والسياحة ورجال الأعمال . ويكون أمرا أكثر اقتصادا وقبولا إذا ما صاحب ذلك استخدام الشبكات الكهربائية والقاطرات الكهربائية التى تستمد طاقتها من شبكة هوائية أو غير ذلك بشرط أن تكون تكاليف إنتاج الطاقة ونقلها الى أماكن استهلاكها رخيصة وأمنة.

وتعتبر سكك حديد مصر من أوائل الدول - كعندها فى إنشاء خطوط السكك الحديدية - حيث أنها قامت بإنشاء أول خط سكة حديد بها عام ١٨٥٢ أى منذ حوالى ١٥٠ سنة كما أنها قامت بتشغيل أول خط سكة حديد كهربائى لنقل الركاب منذ عام ١٩٥٦ على خط باب اللوق - حنوان - منذ حوالى ٤٥ عاما - وسنفرد لهذا الموضوع بابا خاصا به. كما أنها من الدول التى تستخدم الديزل الكهربائى فى تشغيل خطوطها وهذا النوع من قاطرات الديزل الكهربائى له نفس خاصية تشغيل القاطرات الكهربائية فيما عدا طريقة الحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل هذه القاطرات الديزل الكهربائية وسنوضح ذلك تفصيلا فى سياق البحث. كما أن هذه الدراسة ستوضح المواقع التى يتفوق فيها الجر الكهربائى عن طريق الشبكات الهوائية أو القضيب الثالث كما سنوضح الأماكن والعوانق التى تحول دون ذلك وقد توصل البحث فى نهايته الى أن الفوائد التى سيوفرها

إستخدام الجر بالقاطرات الكهربائية بخط مصر - الإسكندرية لن تساعد على زيادة السرعة على الخط أو تزيد من كفاءة التشغيل لا سيما وأن هناك معوقات كثيرة موضحة بالبحث. هذا بالإضافة الى أن نظام الإشارات المستخدم حاليا على خط مصر - الإسكندرية ما زال به طاقة كافية لمقابلة التوسع فى زيادة عدد القطارات الشغالة على هذا الخط.

هذا وقد أوضح الباحث المناطق التى يمكن البدء فى تطبيق نظام الجر الكهربى بها والتى تشمل خطوط النقل الجماعى داخل المدن الجديدة وبعض الخطوط الفرعية الأخرى والتى لا توجد بها معوقات للجر الكهربائى. كما أشار الى الدراسات السابق أن قام بها عن إنشاء خط سكة حديد سريع بين القاهرة والإسكندرية مارا بالمدن الجديدة عبر الصحراء الغربية وعرض هذا البحث فى المؤتمر الثانى عشر الذى عقد عام ١٩٩٩ فى نفس المكان لا سيما وأن الدوافع لإنشاء هذا الخط ما زالت تتزايد يوما بعد يوم .

كما أن الباحث يؤكد أن الخبرة المصرية المتكاملة وعلى الأخص لدى رجال السكك الحديدية والممثلة فى مكاتب الخبرة الإستشارية هم أقدر الناس على القيام بهذه الدراسات وهم أكثر الناس علما بظروف بلادهم وأمكاناتها.

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية

فندق هنان فلسطين بالإسكندرية

٢٨ - ٣١ مارس سنة ٢٠٠١

الجر الكهربائي بسكك حديد مصر مواقع وموانع استخداماته وإمكانية تطبيقه على خطوط الشبكة الحالية والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية

بِقِـم

أستاذ دكتور مهندس / محمد عبد الفتاح طلحه

أستاذ وأستشارى السكك الحديدية وهندسة النقل

١ - المقدمة :-

تقدم جهاز تخطيط الطاقة بدراسة عن " كهرية نظام انجر بسكك حديد مصر (دراسة أوليه)
(١)" وقدم هذا التقرير النهائى لهذه الدراسة فى ندود علمية بالمعهد القومى للنقل فى سبتمبر سنة
١٩٩٩ وأوضح أن هذه الدراسة أوليه عن جدوى التحول من نظام انجر بقاطرات الديزل الى نظام
الجر باستخدام قاطرات كهربائية تستمد طاقتها عن طريق شبكة هوائية. كما أوضح هذا التقرير أن
دراسة جدوى كهرية الجر بالسكك الحديدية يمثل نقطة تحول فى تاريخ سكك حديد مصر.

وقد ترددت كثير من الآراء والنشر بالصحف عن كهرية خط القاهرة - الإسكندرية وتشغيله
بوحداث جر كهربائية وتشغيل قطارات فائقة السرعة تصل سرعتها الى ٣٠٠ كيلو متر فى الساعة
ويقطع المسافة بين القاهرة و الإسكندرية فى أربعين دقيقة .

كما ذكر أيضا فى كتيب عن سكك حديد مصر وخطط تطويرها صدر فى أكتوبر ٢٠٠٠ (٢) أن
السكك الحديدية تتجه الى تطوير خط السكة الحديد الذى يربط محطة الإسكندرية بمدينة برج العرب
مرورا بمحرم بك هو أمر منطقى لإنشاء وسيلة نقل سريعة ومباشرة تربط منطقة برج العرب بمدينة
الإسكندرية ويتم هذا التطوير بتحويل الجر على هذا الخط الى جر كهربائى ونظام إشارات كهربائية
تحقق رحلة لا تزيد على أربعين دقيقة بين برج العرب الى وسط المدينة (الإسكندرية). كما أوضحت
أن تكلفة هذا المشروع قد يصل الى ٩٠٠ مليون جنية ويتم تنفيذه بنظام الإدارة المشتركة مع
مستثمري المنطقة. (ص ١٣) كما أوضحت أن وزارة النقل تخطط

الى التحول من نظام استخدام الجر بقاطرات أو وحدات تعمل بالديزل أو السولار الى نظام الجر الكهربى وإنشاء شبكة هوائية فوق الخطوط الحديدية تمتد القاطرات بالطاقة اللازمة للجر (ص ١٣).

كما أن الهيئة تنوى أن تقوم بإدخال خدمة القطار فائق السرعة لتتم عملية ربط شمال الدلتا بجنوب الوادى بقطارات فائقة السرعة تسير بسرعة ٣٠٠ كيلو متر فى الساعة. ومن المخطط أن يتم إنشاء هذا الخط السريع ليربط الإسكندرية والقاهرة عبر الصحراء الغربية ثم يمتد جنوبا مخترقا الصحراء الغربية الى أسيوط وسوهاج وقنا والأقصر ثم الى أسوان (ص ١٤).

هذا وقد وضح من المقارنة التى قام بها جهاز تخطيط الطاقة أنها شملت مقارنة قاطرة الديزل (العادية) بالقاطرة الكهربائية ولم تشر الدراسة الى المقارنة مع الديزل - الكهربائى وهو النوع الشائع الاستخدام فى سكك حديد مصر وعلى الأخص بالخطوط الدرجة الأولى والسريعة .

لهذا فقد وجدنا أنه من المناسب أن نستعرض الفرق بين القاطرة الكهربائية والقاطرة الديزل والقاطرة الديزل- الكهربائى. وقد تبع ذلك شرح لأنواع قاطرات الجر المختلفة مستنديا الى بعض المراجع العلمية فى هذا المجال^(٢).

٢ - الفرق بين القاطرة الكهربائية وقاطرة الديزل وقاطرة الديزل الكهربائى

إن المقارنة التى قام بها جهاز تخطيط الطاقة عن موضوع " نظام الجر بسكك حديد مصر " كما ذكر فى التقرير النهائى (سبتمبر ١٩٩٩) ^(١) عن الدراسة الأولية لهذا الموضوع لم تكن عادلة تماما فقد قام جهاز هيئة تخطيط الطاقة بعمل المقارنة بين الجر الكهربائى (باستخدام القاطرة الكهربائية) والجر بالديزل مشيرا الى أن قاطرة الديزل هى وسيلة الجر الأساسية بسكك حديد مصر وأوضح الأتى * " تتنوع استخدامات السكك الحديدية من أنواع قوى الجر للاستخدامات المختلفة وتعتمد أساسا على السولار كمصدر رئيسى لطاقة الجر اللازمة لتشغيل قطارات الركاب والبضائع . كما أنها تستخدم أيضا الكيوسين كمصدر لطاقة الجر لوحدات الديزل التوربينى التى تعمل على خط القاهرة الإسكندرية، وذلك بخلاف قطارات الضواحي بخطى مترو الأنفاق التى تعتمد على الطاقة الكهربائية. " (ص ٢/م)

هذا ولم تشر الدراسة عند المقارنة الى الجر بقاطرة الديزل الكهربائى وهى أكثر القاطرات استخداما فى سكك حديد مصر فى الخطوط الطويلة وأكتفت الدراسة بمقارنة قاطرات الديزل وهى الأكثر استهلاكاً للسولار والكيوسين ولكى تكون الدراسة واقعية وشاملة لأنواع القاطرات التى ستكون موضعاً للتقييم الاقتصادى فإن الأمر يتطلب الإلمام بخصائص القاطرات المعروفة فى تشغيل السكك الحديدية.

٣ - أنواع قاطرات الجر.

يمكن تقسيم قاطرات الجر الى الأنواع الآتية :

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| ١ - القاطرة الكهربائية | Electric Locomotive |
| ٢ - القاطرة الديزل | Diesel Locomotive |
| ٣ - القاطرة الديزل - الكهربائي | Diesel - Electric Locomotive |

ولكل من هذه الأنواع لها خاصيتها الخاصة لأمدادها بالوقود والحصول منها على طاقة التشغيل للحصول منها على قوة الجر اللازمة D. B. P. (Draw - Bar Pull) والتي يمكن الاستفادة بها في الجر.

هذا وقد أرفقت مع هذا ثلاث صفحات ضوئية من مرجع علمي باللغة الإنجليزية عن هندسة السكك الحديدية كتبه الأستاذ Prof. W.W. Hay والذي افرد فيه بابا مستقلا عن كلا من هذه النوعيات وذلك ليكون مرجعا في هذا المجال^(١).

103

CHAPTER

8

ELECTRIC LOCOMOTIVES

LOCOMOTIVE TYPES AND EQUIPMENT

1. General types. Of the several ways in which electric locomotives may be classified, one of the most frequently used and useful is by the type of traction motor. The commonest of these are the d-c motor, the single-phase a-c series motor, split-phase a-c system with a three-phase a-c motor (only a few such systems in the United States), and a single-phase motor-generator combination. In each of these types or systems, current is drawn from an overhead wire or from a third-rail conductor, which in turn is energized through substation and transformer units from a central transmission system and generating plant. The line current goes directly to the motor in the first three types. In the motor-generator unit, line current is used to run a motor-driven generator. The generator in turn develops current for the traction motors. A recent development still in an experimental stage is the use of alternating line current to drive d-c motors. The line current is rectified by mercury arc rectifiers or ignitrons mounted in the locomotive.

CHAPTER

9

DIESEL-ELECTRIC LOCOMOTIVES

COMPONENT PARTS

1. The diesel engine. A diesel engine is a form of internal-combustion engine using the heat of compression to fire the fuel mixture instead of an electric spark, as in the more common gasoline motor. In addition to the cylinders and pistons connected by cranks to the main or drive shaft, there must be a means of injecting the fuel into the cylinders for ignition at the time of maximum compression. For the modern method of "solid" or direct injection, an atomizing injector nozzle and individual plunger pump must be included among the essentials. This combination then functions as a 4-cycle engine, the stages of operation being (1) compression, (2) ignition and expansion (the power stroke), (3) an exhaust stroke forcing the burned gases out through valves in the head of the cylinder, and (4), a return stroke drawing in fresh air through the same valves in the cylinder head.

A 4-cycle engine locomotive using this operating sequence was placed in switching service in 1925. Its size was useful in giving the additional weight on drivers necessary for the maximum adhesion and tractive effort so desirable in switching service. The early 4-cycle engine was too heavy and inefficient for road freight and passenger service. Successful development of a 2-cycle engine was necessary to bring the diesel into general use. Such was the engine exhibited at the Century of Progress in 1933. An essential to a 2-cycle engine is a method of introducing fresh air into the cylinders and exhausting the burned gases. These functions are provided by a so-called scavenging pump with ports in the cylinder walls serving both as air intake and burned gases exhaust. (Some designs have exhaust ports in the cylinder head.) The two-stroke cycle is made up of (1) an intake-compression and (2) a power-exhaust stroke giving approximately twice the power of a 4-cycle engine for the same weight. The scavenging pump also overcomes power losses which result from lowered atmospheric pressure at high altitudes, thus performing a supercharging function.

The most important part of the diesel mechanism is the fuel-injector unit. Development of such a unit was necessary to eliminate the heavy

DIESEL-ELECTRIC LOCOMOTIVES

rate complete unit for each cylinder. The pump must measure the fuel with precise accuracy and deliver it at a definite moment and for a definite period of time to the ignition nozzle. About 0.03 oz is thus measured per compression stroke. Ignition takes place when the cylinder pressure reaches 600 psi at a temperature of 1000°F. The ignited fuel burns, raising the cylinder pressure an additional 200 to 300 psi. The pump must thus be able to inject fuel against the cylinder pressures. However, to force the oil through the small orifice openings of the injector tip in an atomized spray, pressures of 15,000 to 20,000 psi are used.

The injector nozzle delivers the fuel pressurized by the pump into the cylinder in atomized form through an orifice or a pintle bottom in the nozzle. Clearances as low as 0.000025 in. are observed in manufacture, yet the injector must be rugged enough to retain a fine adjustment. Any misadjustment or dripping will lead to a marked loss in efficiency.

2. Electric coupling. The diesel engine is a constant-torque, constant-speed machine, with little or no overload capacity. Some form of transmission is necessary to reduce the high engine speeds to those suitable for locomotive drive wheels and to obtain flexibility of control. Mechanical transmission has not possessed the strength or flexibility necessary for road and heavy, high speed switching service. Electric coupling has proved satisfactory and is the standard system now in use. An electric generator is set on the diesel engine shaft and furnishes current to drive the electric motors which are geared to the driving axles. The diesel-electric locomotive is essentially an electric locomotive with a self-contained power plant.

3. Generators. The self-excited, shunt-wound generator is most commonly used in diesel-electrics. By varying the field current the generator is able to operate at full diesel engine capacity without overloading or underloading. In a self-excited generator, residual magnetism permits initial operation. A portion of the current thus produced is shunted through the field coils, increasing both the magnetizing current and the current output. Current for separate excitation is taken from a storage battery or mechanically driven exciter unit. The generator output and load imposed on the prime mover can be regulated by controlling the excitation current.

4. Starting systems. An external starting torque must be provided since the diesel engine at zero speed has zero torque. A gasoline engine may be geared to the shaft. Most modern road engines, using a storage battery as current source, operate the generator as a motor to turn the shaft and provide initial compression.

ومن هنا يتضح أن قاطرة الديزل الكهربائي هي قاطرة كهربائية مزودة بمحطة تحويل كهربائية مركبة فوق عربة القاطرة وهي تتمتع بنفس خصائص تشغيل القاطرة الكهربائية تقريبا من ناحية معدل زيادة السرعة (Acceleration) أو معدل تخفيضها (Deceleration) وكذلك زمن ومسافة الرباط. (Braking - Distance and Braking Time)

هذا وقاطرات الديزل الكهربائي تكون جاهزة للخدمة بنسبة ٩٠ - ٩٥ % مقارنة بقاطرات البخار وهي نفس النسبة التي تتمتع بها القاطرات الكهربائية .

ويقول الأستاذ Prof. W.W Hay أن مزايا كل من القاطرة الكهربائية والقاطرة الديزل الكهربائية تتلخص في الآتي :-

- ١ - ثبات القدرة الحصانية (Constant Horsepower) وقدرة كل منهما على أن تنتج أقصى طاقة عند كل السرعات.
- ٢ - اكتساب معدل تزايد السرعة وخاصة عند السرعات البطيئة أو التهدييات. (Acceleration)
- ٣ - القدرة على مقاومة بدء حركة المسير وسلاستها. (Starting Resistance)
- ٤ - مرونة التشغيل وسهولة أداء الخدمات. (Flexibility)

وبمعنى آخر فإن التشغيل بالقاطرة الكهربائية لا يختلف عن القاطرة الديزل الكهربائي وكلاهما تؤديان نفس الغرض المطلوب.

٤ - نتائج دراسات جهاز تخطيط الطاقة.

- لقد أوضحت نتائج الدراسة التي قام بها جهاز تخطيط الطاقة أن كهرية خط مصر - إسكندرية وتشغيله بالجر الكهربائي سيوفر حوالى ٢٠ % من تكاليف التشغيل الحالية.
- الوفرة في مادة السولار مما يتيح فرصة تصدير كمية كبيرة من السولار الى الدول الأجنبية.
- إمكانية زيادة سرعة مسير القطارات الكهربائية الى ٢٠٠ كيلو متر / ساعة مما ينتج عنه تخفيض كبير في زمن السفر (ص ١٤) .
- أكدت الدراسة ان هذا المشروع (كهرية الجر) سيؤدي الى تحقيق عائد مالى واقتصادى (ص ١٢٩) .

• أوصت الدراسة بإعادة النظر في تسعير السولار بما يحقق تحول جزء من حجم حركة النقل على الطرق البرية إلى السكك الحديدية وعلى الأخص منقولات البضائع التي يصل نصيب النقل البري منها إلى ما يزيد عن ٩٠% من أجمالي المنقولات نظرا لأن السكك الحديدية هي الأقل كلفة واستهلاكاً للوقود (ص ١٣).

• أوصى التقرير إلى الحد من الطلب المتنامي للاستثمارات اللازمة للتوسع في شبكات الطرق مع خفض تكاليف صيانتها.

• هذا وقد أوضحت الدراسة أن تحسين الخدمة عن طريق زيادة السرعة وتخفيض زمن الرحلة كثيرا وتقليل فترات التقاطر بين القطارات كلها عوامل تؤدي إلى اجتذاب جزء من حجم الحركة على الطرق مما يزيد إيرادات التشغيل بالسكة الحديد.

جدير بالذكر أن هذه الدراسة لم تتعرض بالتفصيل إلى البنية الأساسية الحالية لخط ومدى مواجعتها لاستقبال كهربة الجر على هذا الخط من عدمه وسنذكر بعضاً من هذه المعوقات أو العوائق التي تؤثر سلباً على الفائدة التي ترتجى من كهربة الخط.

٥ - العوائق التي تحد من كهربة الجر على خط القاهرة - الاسكندرية .

إن السرعة التصميمية للتشغيل على هذا الخط تبلغ ١٤٠ كيلو متراً في الساعة بينما السرعة الحقيقية للتشغيل تصل إلى ١١٠ كيلو متراً في الساعة ويرجع هذا إلى الأسباب الآتية :-

١ - وجود عدد من المنحنيات أو الكباري غير مصرح للمسير عليها إلا بسرعة بطيئة قد تصل في بعضها إلى ٣٠ كيلو متراً في الساعة وبعضها إلى ٥٠ كيلو متراً في الساعة هذا بالإضافة إلى بعض التهديدات التي تؤدي إلى تخفيض السرعة إلى ٨ كيلومتر/الساعة والتي تتركب على السكة في أماكن تنفيذ بعض أعمال التجديدات أو الصيانة.

٢ - إن الفدو الحالي بين الخطين الطالع والنازل هو ٢,٠٠ متر وقد أنشئ وأستقر على هذا الوضع منذ إنشاء هذه الخطوط وأزدواجها بحيث أنه يحدث حالياً عندما تسير القطارات بسرعات تصل إلى ١٢٠ كيلو متراً في الساعة وعندما تتقابل هذه القطارات يتحطم بعض زجاج الوحدات بسبب تفريغ الهواء وقلة الفدو بين السكك (أي بين القطارين السائرين في اتجاهين متضادين).

ومن هذا المنطلق فإنه لا يمكن السماح للقطارات بمسير بسرعات أكبر مما هو محدد لها الآن إلا إذا تم توسيع الفدو وهو المسافة بين السكتين الطواليتين ليصبح ٢,٧٥ متر أو ثلاثة أمتار بدلا من الفدو الحالي وهو ٢,٠٠ متر وهذا إجراء مستحيل تنفيذه على وجه اليقين لأنه سيتطلب تعريضا للجسور أولا وإزالة بعض أرصفة المحطات وربما هدم مباني المحطات نفسها وإعادة بنائها على البعد (الفدو) الجديد.

كما يقتضى الأمر تغيير مواقع المفاتيح و التحاويل والسيمافورات وأكشاك البلوكات تغييرا شاملا . كما يلزم أيضا استبدال المفاتيح والتحاويل واستبدالها بأخرى ذات زوايا انفراج صغيرة قد تصل الى ٧٢/١ أو ٦٠/١ مع استبدال تقاطعات هذه المفاتيح والتحاويل بآبر متحركة بدلا من التقاطعات وذلك بدلا من الوضع الحالي الذى تستخدم فيه تحاويل ١٨/١ أو حتى ٢٠/١ .

٣ - إن أبعاد الجبارين الرأسية للمنشآت الثابتة فوق خطوط السكة فى مناطق الكبارى أو الأنفاق قد لا تسمح بتركيب الشبكات الهوائية مع الاحتفاظ بالبعد الرأسى الذى يكفى لحركة البانتوجراف الذى ينقل الطاقة الكهربائية الى الوحدات المتحركة أو مقاييس الشحنات الرأسية.

٤ - أن إعادة تخطيط السكك لمحاولة التغلب على الصعوبات الطبيعية - من ناحية الكبارى والمنحنيات ومرور خطوط السكة الذى أصبح يخترق الكتل السكانية على الجانبين وفى معظم المحطات - أصبح أمرا باهظ التكاليف وإجراءات نزع الملكية لا يلقى قبولا من المواطنين وتحتاج الى وقت طويل بالإضافة الى تكاليف تجديد خطوط السكة حول هذه المناطق واستبدال طبقات التزليط وتدعيم الجسور.

٥ - إدخال بعض التعديلات على نظم الإشارات وحمايتها من تداخل التيار الراجع لتشغيل الوحدات الكهربائية والتيار الذى يغذى الدوائر الكهربائية الخاصة بأجهزة الإشارات.

٦ - أن نظام الإشارات الحالى مصمم على أساس سير القطارات على الموجة الخضراء وبدون أى تهديه بسرعة تصل الى ١٦٠ كيلو متر / ساعة وهذا معناه أنه مازال هناك قدرا من سعة الخط (Track Capacity) تسمح بزيادة عدد القطارات على طول المسافة.

٧ - هناك خطوط متعددة من المرافق وخاصة مواسير المياه أو الصرف الصحى أو الكابلات الأرضية الخاصة بإدارات مختلفة والتي تسير بجوار خطوط السكة الحديدية وخاصة فى المناطق التى تكثر بها المياه الجوفية المالحة ستتأثر حتما بالتيارات الكهربائية الهاربة (Decay Current) مما يؤثر على المواسير المعدنية ويساعد على انفجارها أو تداخل التيارات الكهربائية المختلفة مما يؤثر على تشغيل الأجهزة التى تتصل بها.

٨ - حماية الجمهور من أخطار الكهرباء المنقولة عبر الشبكة الهوائية ومنع مروره مطلقا على خطوط السكك الحديدية.

٩ - إلغاء المزلقات كلفة واستبدالها بكبارى علوية أو أنفاق.

١٠ - إنشاء أسوار من المباني العالية لتمنع الجمهور من الدخول الى أملاك الهيئة ولتمنع العبث بالأجهزة التى على جانبي السكة مما يسبب الإختلال فى عمل أجهزة الإشارات.

١١ - تشديد الحراسة الدائمة وخاصة على الشبكة الهوائية لأنها قد تتعرض لعوامل التخريب أو الإرهاب.

٦ - تأثير الجر بالديزل على البيئة .

يمكن تقسيم تلوث البيئة بسبب إستخدام الجر بالديزل الى نوعين :-

١ - التلوث البيئى الهوائى

٢ - التلوث السمعى

٦-١ - التلوث البيئى الهوائى :

يؤخذ على إستخدام قاطرات الديزل أنها تنتج بعض الانبعاثات نتيجة الاحتراق الداخلى بماكينات الديزل عند إستخدامها للوقود السائل من مشتقات البترول (السولار والكيروسين) مما يسبب تلوثا هوائيا للبيئة. ويصاحب هذه الانبعاثات بعض الأكاسيد التى تضر بالبيئة ومنها على الأخص أكاسيد الكبريت والنيتروجين والكربون. وكل من هذه الأكاسيد لها أضرار عامة على البيئة ومضرد على وجه الخصوص بالإنسان إذا داوم التعرض لها.

وقد أمكن التغلب على هذه الملوثات الهوائية باستبدال مشتقات البترول السائلة - كمادة وقود لمحركات الديزل - بمادة الغاز الطبيعى وهو يقوم بنفس الدور لإنتاج الطاقة المحركة من ماكينة الديزل. إلا أنه يتفوق على الوقود السائل بكونه ينتج طاقة نظيفة تختفى منها أكاسيد الكبريت تماما كما تقل نسبة الأكاسيد الأخرى الى حوالى ٤٠% من كمياتها عما ينتج من احتراق الوقود السائل.

هذا من جهة أما من الناحية الثانية فإنه جدير أن يؤخذ فى الاعتبار أن هذه الانبعاثات لا تتركز إلا فى الأماكن التى تتوقف بها قاطرات الديزل فى المحطات مددا طويلة نسبيا مثل المحطات النهائية والورش. أما أثناء مسير هذه القاطرات فى الأماكن المفتوحة ومسير القاطرات بسرعات فأن هذه الانبعاثات لا تتركز فى مكان واحد بل تصعد الى طبقات الجو العليا وتبددها الرياح وبذا يقل تأثيرها على البيئة.

من جهة ثالثة فإنه لا يجوز المقارنة بتلوث البيئة بسبب قطارات السكك الحديدية بما تفرزه وسائل النقل البرى مثل اللوارى والأتوبيسات والتاكسيات والسيارات الخصوصية ومعدات التشغيل فى رصف الطرق أو الأعمال الأنشائية أو الصناعية فى المدن وليس هناك مجال مناقشة فى هذا الموضوع.

٦-٢- التلوث السمعى :-

يردد البعض أن الجر بالديزل على السكك الحديدية يولد تلوثا سمعيا لا يحدث مثله فى حالة الجر الكهربائى. وهذا القول مردود جملة وتفصيلا. والتلوث السمعى مصادر متعددة ومعروفة منها حالة السكة التى تسير عليها الوحدات المتحركة أيا كان نوعها سواء كانت ديزلية أو كهربائية وحالة الوحدات المتحركة وحالة العجل وانتظام أنصاف أقطاره أو كانت العجلات كاملة الاستدارة أو مبطوحة وحالة السوست وحالة انتظام الأحمال على عجلات البواجى وغير ذلك كثير. أما بالنسبة لحالة السكة التى تسير عليها الوحدات المتحركة يتدخل فى ذلك حالة السكة كمنشأ هندسى متكامل وحالة القضبان ونوعيتها سواء كانت جديدة أو مستعملة أو متآكلة ونوعية الوصلات بين القضبان وعما إذا كانت السكة ملحومة أو غير ملحومة وحتى نوع اللحام وعرض تاج القضيب وطريقة التثبيت ونوعيته وكثير كثير جدا وسرعة المسير هذا بالإضافة الى التخطيط الهندسى للسكة ومنحنياتها وتضاريس المنطقة وحالة صيانة السكة ونوعية الصيانة وعشرات من الأسباب وليس هنا مجال سردها ومناقشتها وكل حالة من الحالات التى ذكرت تعالج بطريقة تتفق مع طبيعتها بصرف النظر عما إذا كان الجر كهربائيا أو ديزليا وتولى سكك حديد مصر عناية خاصة لتلافى أو تقليل آثاره ومن الأمثلة على أن الجر الكهربائى ليس بريئا من أسباب التلوث السمعى ما يحدث من آثار الجر الكهربائى فى مترو أنفاق القاهرة سواء الخط الأول أو الثانى.

وزيارة ميدانية بسيطة لبعض خطوط ترام الإسكندرية أو خطوط ترام القاهرة أو مصر الجديدة وجميعها تستخدم الجر الكهربى تؤكد صحة ما ذكرناه. هذا وتقوم بعض المكاتب الاستشارية حاليا بدراسة هذه الظواهر وطرق علاجها سواء كان الجر كهربائيا أو ديزليا أو كان سطحي أو كان داخل الأنفاق .

٧ - الدراسات السابقة عن كهربية خط مصر - إسكندرية

٧ - ١ - دراسة بيت الخبرة الهولندي ندكو (NDCO)

قام بيت الخبرة الهولندي عام ١٩٨١ بعمل دراسة جدوى لسكك حديد مصر عن كهربية خط مصر - إسكندرية وإحلال الجر الكهربى بدلا من الجر بالديزل بنيت على أساس مقارنة تكاليف تشغيل قاطرة ديزل وأخرى كهربائية تسير كل منها ١٠٠٠ كيلو متر. وقد أسفرت هذه الدراسة عن عدم جدوى المشروع - وقد علق جهاز تنظيم الطاقة على هذه الدراسة بأنها لم تأخذ فى اعتبارها كافة عناصر التكاليف والمنافع المالية والاقتصادية.

٧ - ٢ - دراسة بيت الخبرة اليابانى (JICA)

وقد تمت هذه الدراسة عام ١٩٧٩. وقد اعتمدت هذه الدراسة على إجراء تحليل مالى للمشروع شمل جميع المنافع والتكاليف المالية معتمدة على تقدير حجم النطلب المستقبلى على الخط . وقد علق جهاز تنظيم الطاقة على هذه الدراسة بأنها لم تتعرض بالتقييم للمنافع الاقتصادية التى قد تتحقق من جراء المشروع إلا فى حدود ضيقة - أرجعها جهاز تنظيم الطاقة على عدم توافر البيانات. [تعليق د. طلحه]

يرى الكاتب أن كلا من الدراستين لم تأخذا فى اعتباريهما الملاحظات التى أوضحنها فى الجزء الرابع من هذا البحث.

٨ - الجر الكهربى بالسكك الحديدية الدولية والمصرية

قبل الدخول فى موضوع الجر الكهربى بالسكك الحديدية المصرية يجدر بنا أن نستعرض فى عجلة بعض الدول الأوربية التى أدخل فيها نظام الجر الكهربى والأسباب التى دعت لتطبيق هذا النظام على بعض خطوطها والأسباب التى دفعتها إلى هذا الاتجاه وتاريخ تطبيق هذا التحول على خطوطها حتى نعلم موقع سكك حديد مصر فى هذا المجال بين الدول الأخرى.

٩ - الجر الكهربى بسكك حديد بعض الدول الأوربية والأمريكية

بادئ ذى بدء نود أن نوضح الأسباب التى دعت بعض هذه الدول إلى التحول من الجر بالديزل إلى الجر الكهربى والتى من بينها إيطاليا وهولندا والدانمارك وفرنسا والاتحاد السوفيتى وتكاد أن تكون جميعها مشتركة فى أسباب ذلك والتى منها :-

أولاً : نضوب مناجم الفحم فى دول أوروبا خاصة بعد الحرب العالمية الثانية.

ثانياً : إن عهد رخص أسعار البترول واستقراره أوشك أن ينتهى خاصة أثناء حرب تحرير سيناء عام ١٩٧٣ و غلق قناة السويس أثناء هذه المعارك. علاوة على قبضة الدول العربية المنتجة الرئيسية للبترول على أسعاره وإنتاجه ونشأة أزمة البترول المعروفة.

ثالثاً : وجود مصادر توليد طاقة كهربائية رخيصة من مساقط المياه المتوفرة فى دول أوروبا.

رابعاً : وجود بعض المناطق الجبلية ذات التضاريس المتباينة والمطلوب خدمتها بوسائل النقل السككى ويفضل الجر الكهربائى لهذا الغرض.

خامساً : وجدت بعض الدول أنها فى حاجة الى استبدال بعض قاطرات الديزل التى تعمل فى خدمتها وأصبحت عاجزة عن الاستمرار فى الخدمة.

جدير بالذكر أن معظم الدول الأوروبية وخاصة ألمانيا الغربية قد أتمت كهربة بعض خطوطها بحلول عام ١٩٧٨ وبنت إستراتيجيتها على كهربة خطوط الركاب بين المدن والخطوط الفرعية التى تخدم الخطوط الرئيسية.

أما الولايات المتحدة فلم تسارع الى نشر استخدام الجر الكهربائى على سككها وقامت بكهربة مسافات قصيرة من سككها مكثفية باستخدام الديزل الكهربائى فى عمليات الجر. كما أنها قادت حملة التحول الى الجر بالديزل والذى أطلق عليه ثورة الديزلة فى السكك الحديدية العالمية. هذا بالإضافة الى أن الولايات المتحدة منحت ميزة تنافسية للنقل الجوى بالطائرات بين المدن الرئيسية وتخفيض أسعاره عن مثيلتها بالسكك الحديدية.

هذا وبالرغم من هذه الحقيقة إلا أن دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية أظهرت أن مشروعات الجر الكهربائى تحقق عائداً اقتصادياً مناسباً على الجر بالديزل. وقد قامت بتشجيع الاستثمار عن طريق ضمان قروض مشروعات الجر الكهربائى بعائد مناسب بالإضافة الى دعم البحث التكنولوجى.

١٠ - الجر الكهربائى بسكك حديد مصر.

١٠ - ١ كهربة الجر بخط باب اللوق - حلوان^(٢).

بدأت سكك حديد مصر فى إدخال الجر الكهربائى على خطوطها الحديدية عقب الحرب العالمية الثانية أخذاً بمبدأ التطور الحديث لنقل الركاب.

وقد بدأت الهيئة فى يوليو ١٩٥٦ بتسيير أول قطار كهربائى على خط حلوان - باب اللوق بعد كهربته (وكان الكاتب وقتها هو أحد المهندسين الذين ساهموا فى تجديد السكة وإعدادها للتشغيل الكهربائى وكهربة الإشارات) وذلك باعتبار أن هذا الخط من أهم خطوط الضواحي وأكثرها كثافة

- لنقل الركاب وبالنسبة لأهمية كل محطاته التى توجد فى أهم وأكبر منطقة صناعية فى ذلك الوقت.
- كان الهدف الأساسى لكهربة هذا الخط هو خدمة كل الأماكن التى على جانبية بقطارات ركاب سريعة وذات كفاءة عالية.
- كان طول هذا الخط بين باب اللوق وحلوان ٢٤,٧١٥ كيلو متر.
- وعدد محطاته ١٥ محطة بما فيها محطتى النهايتين (باب اللوق وحلوان).
- بلغ عدد القطارات التى كانت تسير على الخط ٢١٢ قطارا يوميا تنقل أكثر من ١٠٠,٠٠٠ راكب.
- أقصى سرعة مسير للقطارات كانت ٩٠ كيلو متر / الساعة فيما عدا المسافة بين باب اللوق والسيدة زينب ٢٠ كم / ساعة وذلك نظرا لكثرة المزلقانات بهذه المنطقة.
- مقدار التفاوت بين القطارات ٥ دقائق فى أوقات الذروة و ٧، ٨، ١٠، ١٥، ٢٠ دقيقة فى الأوقات العادية.
- كان أكبر عدد من القطارات فى الساعة هو ١٦ قطارا.
- أصبحت مدة السفر بين النهايتين ٣٥ دقيقة بعد إدخال الجر الكهربائى ونظام الإشارات الكهربائية ذات الثلاث موجات ضوئية (Aspects - 3) الأحمر - الأصفر - الأخضر (Red - Yellow - Green)

١٠ - ٢ - التغذية الكهربائية للخط ومحطات التحويل :

- لم تنشأ محطات توليد كهربائية خاصة لأمداد الخط بالتيار الكهربائى .
- استمد التيار الكهربائى اللازم للتشغيل من الشبكة الكهربائية لمدينة القاهرة بضغط ١٠,٥ كيلو فولت (ك . ف) تيار متردد ثلاثة أوجه ٥٠ ذبذبة فى الثانية .
- يوزع هذا التيار على محطات التحويل الكهربائية التى تمتد الوحدات بالتيار الكهربائى اللازم بعد تعديله الى ١,٥ كيلو فولت تيار مستمر .
- بدأ تشغيل الخط فى عام ١٩٥٦ بعدد أربع محطات تحويل :

(أ) محطة تحويل بالسيدة زينب كيلو ١,٢٥٠ قدرة ٣٦٠٠ كيلو وات

(ب) محطة تحويل دار السلام كيلو متر ٧,٥٠٠ قدرة ٣٦٠٠ كيلو وات

المراجع: (١) سكك حديد مصر فى ١٢٥ عاما (١٨٥٢ - ١٩٧٧) إصدار وطبع بمعرفة سكك حديد مصر.

(٢) النقل والمواصلات فى خمسة وعشرون عاما (١٩٥٢ - ١٩٧٧) إصدار وطبع سكك حديد مصر

(٣) مذكرات الكاتب الشخصية الذى كان يعمل مهندسا بخط حلوان (١٩٥٤ - ١٩٦٠)

- (ج) محطة تحويل بالحدائق كيلو متر ١٨,٠٠ قدرة ٣٦٠٠ كيلو وات
- (د) محطة تحويل حلوان كيلو متر ٢٤,٣٠٠ قدرة ٣٦٠٠ كيلو وات
- المحطات الأربع عالية تستمد التيار من صالة توزيع الضغط العالي بالسيدة زينب والتابعة للسكك الحديدية والتي تستقبل التيار من الشبكة الكهربائية لمدينة القاهرة .
- فى عام ١٩٧٠ تم إنشاء محطة تحويل جديدة بطره البلد كيلو متر ١٢,٣٥٠ قدرة ٧٢٠٠ كيلو وات أى ضعف قدرة أى من المحطات الأربع السابقة . وقد واجهت هذه المحطة صاعقة جوية أدت الى تلف لوحة توزيع التيار المستمر. وقد تم تجديدها فيما بعد .
- أى أن هناك خمسة محطات تحويل يتصل الطرف الموجب لها بالشبكة الهوائية اما الطرف السالب فيتصل بالقضبان عن طريق وصلات خاصة الى المحطات

١٠- ٣ - الشبكة الهوائية :

- بلغ الطول الكلى لشبكة الخطوط الهوائية فوق خطوط السكك الحديدية بخط باب اللوق - حلوان فى ذلك الوقت حوالى ٦٠ كيلو مترا ويدخل فى ذلك الخطوط الهوائية المركبة بالأحواش والخطوط الجانبية . أى بمعدل ٢,٤ ضعف خطوط السكة.
- وبالمثل لو طبق هذا القياس على خط مصر - إسكندرية الطوالى الحالى لأتضح أن أطوال الخطوط الهوائية اللازمة لكهربة الجر على خط مصر - إسكندرية الحالى هو :

$$٢٠٨ \text{ كم} \times ٢,٤ = ٥٠٠ \text{ كيلو متر خطوط هوائية}$$

- وقد قسم الخط الهوائى كهربائيا بين باب اللوق وحلوان الى خمسة أقسام رئيسية تفصلها فقرات هوائية عند النقاط الآتية :

- السيدة زينب كيلو متر ١,٢٥٠

- دار السلام كيلو متر ٧,٠٠

- طرة البلد كيلو متر ١٢,٤٥٠

- حدائق حلوان كيلو متر ١٨,٠٠٠

- كما تم تجزئة الخط الهوائى الى ٣٦ قسما نصفها على الخط الطالع والنصف الآخر على الخط النازل وذلك لأعطاء مرونة أكثر فى التشغيل .

١٠- ٤ - الوحدات الكهربائية :

- عند بدء تشغيل الوحدات الكهربائية على خط باب اللوق - حلوان عام ١٩٥٦ استوردت هيئة السكك الحديدية عدد ٢٥ وحدة كهربائية كل منها مكون من ثلاث عربات وقد روعي في تصميم هذه الوحدات إمكانية ضم وحدتين معا لتصبحا قطارا كهربائيا واحدا مكون من ستة عربات .
- وتوسع الوحدة ١٦٤ راكبا جالسا وتستوعب ١٠٠٠ راكب في أوقات الأزدحام.
- وفي عام ١٩٧٣ تم استيراد عدد ٢٥ وحدة كهربائية جديدة وتوسع كل وحدة جديدة ١٢٨ راكبا جالسا كما أنها تستوعب حوالي ١٣٠٠ راكب في أوقات الأزدحام (رغم أن هذا العدد قد زاد كثيرا أثناء التشغيل الفعلي)
- ونظرا لما حدث من حوادث لبعض الوحدات وعوارض تمنع تشغيل هذه الوحدات فقد تم تشريك عدد ٥ وحدات من النوع القديم وأصبح عدد الوحدات التي تعمل بالتشغيل هي ٥٥ وحدة فقط.
- كما تم تشغيل وحدات مزدوجة خاصة في ساعات الذروة بمعدل ثمانية قطارات يوميا من بين ستة عشر قطارا في ساعات الذروة بتفاوت قدره خمسة دقائق.

١٠- ٥ - ورش الصيانة والعمره :

- وقد تبع ذلك إنشاء ورشة مركزية لأعمال صيانة وعمره الوحدات الكهربائية بمحطة طرة البند بالكيلو متر ١٢,٢٠٠ حوالي منتصف الخط تقريبا ويتم في هذه الورشة أيضا صيانة جميع الأجهزة الخاصة بمحطات التحويل . وقد جهزت هذه الورشة بأحدث الآلات والأجهزة اللازمة وأجهزة القياس والمعايرة لآتمام أعمال العمرات وعمليات إصلاح الوحدات القديمة .

١٠- ٦ - مضاعفة التشغيل على خط باب اللوق - حلوان :

- عقب افتتاح الخط للتشغيل بالجر الكهربائي عام ١٩٥٦ زادت حركة النقل على الخط نتيجة للتطور العمراني الفائق السرعة في هذه المنطقة حيث تم إنشاء العديد من المصانع والمدارس والمعاهد والجامعات والمباني والوحدات السكنية على طول الخط مما دعا الهيئة إلى أن تقوم بزيادة عدد أدوار التشغيل تدريجيا حيث ارتفع عدد أدوار التشغيل إلى ٣٠٤ دور عام ١٩٧٦ بدلا من ٢١٢ دورا التي بدأت في عام ١٩٥٦ وكنتيجه للزيادة المطردة في عدد الركاب روى مضاعفة التشغيل على هذا الخط وذلك بتسيير قطارات كل منها مكون من وحدتين كهربائيتين (ستة عربات) للقطار الواحد .

١٠ - ٧ - زيادة القدرة الكهربائية على الخط :

- نتيجة مضاعفة حركة التشغيل على الخط كان من المحتم أن ترفع كفاءة القدرة الكهربائية على الخط ونتيجة لذلك فقد تم عمل الآتى :
 - ١ - إقامة محطة تحويل كهربائى جديدة ذات قدرة ٧٢٠٠ كيلو وات بدار السلام بالكيلو متر ٧,٠٠ بمعدلات سيليكونية جديدة بدلا من المحطة السابقة التى كانت تعمل بمعدلات زنبقية بقدرة ٣٦٠٠ كيلو وات وقد دخلت المحطة الجديدة الخدمة فى عام ١٩٧٧ .
 - ٢ - تم إستبدال المحولات والمعدلات القديمة بمحطات التحويل بالسيدة زينب والحدائق وحلوان بأخرى حديثة ذات محولات بالتبريد الذاتى ومعدلات سيليكونية حيث لم يعد من الممكن الاعتماد على المحولات والمعدلات الزنبقية القديمة لكثرة عوارضها . وقد تم هذا الاستبدال بنهاية عام ١٩٧٧ .
 - ٣ - كما تم عمل تغذيات احتياطية للمحطات الجديدة .

١٠ - ٨ - عمل تعديلات الشبكة الهوائية :

- تم عمل تغذية للشبكة الهوائية بحرى وقبلى محطات التحاويل على بعد حوالى ١ كم من المحطات لتقوية الشبكة .
- زيادة عدد الوصلات بين مكونات الشبكة ووصلات القضبان لرفع كفاءتها .
- تم التعاقد مع الشركة الموردة الأصلية للشبكة الهوائية بخط حلوان (شركة براون بوفيرى) على توريد الأجهزة والمهمات اللازمة لكهربية بعض سكك جديدة بكل من حوش محطة السيدة زينب وحوش طرة البلد لاستيعاب وصيانة الوحدات الجديدة .
- هذا بالإضافة الى أنه تم العمل على زيادة كفاءة ورش العمره بطرة البلد وذلك بعمل توسعات بالورشة لأماكن أستيعاب عمرة وصيانة الوحدات الجديدة .

١٠ - ٩ - مشروعات جديدة أدخلت لتطوير الخدمة بخط حلوان وقتئذ :

- تم إدخال نظام اللاسلكى بين محطات الركاب وأكشاك البلوك وغرفة المراقبة المركزية للتشغيل بالسيدة زينب ومحطات التحويل وبين الوحدات لأماكن سرعة التصرف عند حدوث أعطال أو حوادث.
- تم شراء أجزاء كهربائية متكاملة للوحدات القديمة كما تم الاتفاق مع الشركة الموردة لموتورات الجر للوصول الى حل أمثل لأصلاح العوارض الجسيمة التى حدثت بهذه الوحدات .

• تم إدخال نظام التحكم الآلى فى مسير القطارات للحد من الحوادث لإيقاف القطارات أوتوماتيكيا عند ظهور الإشارات الضونية الحمراء الدالة على الخطر.

• تم شراء أجهزة ومعدات حديثة للكشف والاختبار ومن أهمها :-

- عربة اختبار الكابلات وتحديد مواقع أعطالها بسهولة وسرعة الإصلاح.

- ماكينات تكرير زيت المحولات الرئيسية للمحطات.

- شراء أجهزة قياس واختبارات كهربائية.

هذا ونود أن نوضح فى هذا المقام أن الشرح التفصيلى الذى أوضحنه عن كهرية خط حلوان كان يهدف الى أمرين :

أولهما : إعطاء فكرة عامة ومبدئية عن حجم الأعمال التى يتطلبها المشروع ومراحل تنفيذها ومراحل رفع كفاءة التشغيل بعد بدنه طبقا لأحتياجات النقل وزيادة كثافته بعد بدء التشغيل.

ثانيهما : إن سكك حديد مصر كانت من أوائل الدول التى أدخلت الجر الكهربائى على بعض خطوطها منذ ما يقرب من ٤٥ عاما مضت ولم يسبقها إلا قليل من الدول الأوربية التى اضطرت الى إدخال الجر الكهربائى على جزء من خطوطها لما عانت من آثار الحرب العالمية الثانية ونضوب مناجم الفحم بها وصعوبة الحصول على خام البترول فى حين توافرت لديها مصادر الطاقة الكهربائية التى تولدها من المساقط المائية التى تمتلكها. كما أن بعض الدول تأخرت فى التحول الى الجر الكهربائى خاصة الى ما بعد عام ١٩٧٣ عندما نشأت أزمة البترول العالمية وغلق قناة السويس بسبب حرب أكتوبر المجيدة لتحرير أرض سيناء وتحكمت الدول العربية فى تصدير بترولها الى هذه الدول مما اضطرها الى إدخال الجر الكهربائى على خطوطها للتوفير فى استهلاك الطاقة.

١١ - تطوير خط مصر - إسكندرية لرفع كفاءته وزيادة السرعة عليه.

رأت هيئة السكك الحديدية فى أوائل الثمانينيات رفع كفاءة تشغيل خط مصر - إسكندرية الحالى وزيادة سرعة مسير القطارات عليه لخدمة حركة نقل الركاب. ولتحقيق ذلك تطلب الأمر إخلاء الخط الطوالى من قطارات البضائع البطيئة السرعة وتحويلها الى مسارات بديلة جانبية سواء بوسط الدلتا لنقل بضائع هذه المنطقة مع عدم مرورها على مسار خط مصر - إسكندرية أو عن طريق الخط الذى أنشئ فى ذاك الوقت مارا بمديرية التحرير ويتصل بخط إيتاى البارود - الخطاطبة - المناشى - القاهرة - عند محطة مديرية التحرير لنقل منقولات غرب الإسكندرية وخط القبارى - مرسى مطروح. وذلك تمهيدا لرفع كفاءة خط القاهرة - الإسكندرية

لقطارات الركاب السريعة. كما تم تربيع خط السكة الحديد بين قليوب والقاهرة ليصبح أربعة خطوط بدلا من الخطين الطالع والنازل الطواليين واضعين فى الاعتبار أن الخط الشرقى للتربيع سيستخدم لنقل حركة القطارات الواردة من وسط وشرق الدلتا الى محطة القاهرة أما خط التربيع الرابع وهو الخط الغربى فقد خصص لنقل حركة القطارات الواردة من غرب الدلتا عن طريق خط طنطا - منوف - القناطر الخيرية - قليوب - القاهرة وبذلك أخلى خط مصر - الإسكندرية تماما من قطارات البضائع.

كما تم أيضا تربيع الخط بين محطتى سيدى جابر والإسكندرية وأصبح الخطين الجديدين خاصين بقطارات الضواحي الإسكندرية - أبو قير مع عدم مساسهما بالخط الطوالى السريع بين سيدى جابر والإسكندرية ومن ثم فقد تم تجديد خطى الطوالى بين القاهرة - الإسكندرية تجديدا شاملا كما تم كهربة إشارات هذين الخطين للوصول الى كفاءة عالية من التشغيل وصممت السكة لتسير عليها القطارات بسرعة ١٤٠ كيلو متر فى الساعة ويمكن زيادتها الى ١٦٠ كم/ ساعة. إلا أن التشغيل الفعلى وصل الى ١٢٠ كيلو متر فى الساعة لوجود بعض المعوقات الفنية والتحديات التى تلزم القطارات بتهدلة سرعة السير الى ٣٠ أو ٤٠ كيلو متر فى الساعة.

هذا وتقوم السكك الحديدية فى هذا الوقت باتخاذ الإجراءات التنفيذية لإنشاء خط ثالث بجوار الخطين الطالع والنازل (من جهة الخط الطالع أى من الجهة الشرقية للخط) فى المسافة بين قليوب وبينها (ليكون امتداد لخط التربيع الشرقى الواصل بين القاهرة وقليوب) ويكون هذا الخط الثالث لنقل حركة قطارات الركاب الواردة والصادرة من وإلى شرق الدلتا ومن خطوط المنصورة والزقازيق والإسماعيلية وطنطا بحيث لا يتعارض مرورها مع خطى الطالع والنازل الطواليين (مصر - الإسكندرية) على أن يكون هذا الخط الثالث وهو خطا مفردا مزودا بالإشارات الضوئية وتسير عليه القطارات فى الاتجاهين.

١٢ - تطوير نظام الإشارات بخط مصر - إسكندرية.

تمشيا مع ما تم من تطوير بخط مصر إسكندرية الذى شمل تربيع بعض المسافات قرب محطتى نهايات الخط (القاهرة والإسكندرية) وما تم من إخلاء الخط الطوالى نهائيا من قطارات البضائع وتحويلها الى مسارات بديلة تمهيدا لزيادة كفاءة الخط وسعته ورفع السرعة عليه فقد شمل التطوير كهربة إشارات الخط بالكامل بين القاهرة والإسكندرية وأستخدم لهذا الغرض نظام الإشارات الضوئية ذات الأربع ألوان (Aspects - 4) وهى الأحمر - الأصفر - الأصفر المتقطع - الأخضر ويهدف تعدد الألوان الى تنظيم حركة سير القطار بالنسبة للقطار السابق له واللاحق. وهذا النظام يعمل عن طريق الدوائر الكهربائية (Track Circuits) التى تتركب على القضبان. هذا وتركب السيمافورات عند بداية كل قسم وتركب البطاريات التى تمد الدائرة الكهربائية بالطاقة

عند نهايته وتبلغ طول الدائرة الكهربائية أو المسافة بين كل سيمافورين ٥٠٠ متر بالإضافة الى مسافة ما بين ٢٥٠ - ٣٠٠ متر تجهز على أنها مسافة تداخل (Overlap Distance) لتأمين مسير القطارات على المسافات المتعاقبة. هذا وتبلغ المسافة بين كل قطارين متتاليين يسيران بنفس السرعة هي عدد ٤ مسافات \times ٥٠٠ متر طول مسافة الدائرة الكهربائية = ٢٠٠٠ متر وهذا النظام يسمح للقطارات المتتابة أن تسير على الموجة الخضراء بسرعة ١٦٠ كم / ساعة. ومعنى هذا أنه ما يزال هناك طاقة فائضة في سعة الخط تستوعب المزيد من القطارات دون أن يؤثر ذلك على حركة التشغيل (إذا ما كانت العوائق السابق ذكرها قد تم التغلب عليها).

١٣ - الحل البديل لكهربة خط مصر - الإسكندرية بقصد الوصول الى سرعة فائقة.

لما كان خط مصر الإسكندرية الحالي قد أوشك أن يصل الى حد التشبع وبعد أن أخلى من مسير القطارات البضائع عليه بما لا يجدي معه زيادة سرعة مسير القطارات عن السرعة المصمم عليها حالياً ومن غير الممكن عمل تعديلات تسمح بزيادة السرعة عليه الى السرعة الفائقة وخاصة لوجود المعوقات التي أوضحناها تحت البند رقم (٥) من هذا البحث فقد أصبح واضحاً أنه يجب البدء فوراً لاختيار مكان بديل لإنشاء خط سكة حديد يفي بالمتطلبات التي ننشدها وأهمها زيادة السرعة لتصل الى سرعة فائقة (٣٠٠ كيلو متر في الساعة) ويمكن كهربة الجر على هذا المسار الجديد.

ولما كان خط السكة الحديد الحالي أصبح مهدداً بزيادة ارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات كما أوضحه العلماء العالميون ومن بينهم المصريون وخبراء البيئة والتجولوجيا والإحصاء والطبيعة وغيرهم من العلماء والخبراء من أن استمرار ارتفاع درجة حرارة الأرض وذوبان الثلج بمناطق القطبين الشمالي والجنوبي سيكون سبباً في ارتفاع مياه البحار والمحيطات بحوالى ٦٠ سنتيمتراً على مدى الخمسين عاماً القادمة وما سيتبع ذلك من غرق دلتا نهر النيل وأن ارتفاع سطح المياه سيؤدي الى تآكل جزء كبير من الشواطئ الشمالية حول الدلتا وقدرت المساحات التي ستؤثر عليها هذه الزيادة من ارتفاع المياه الى ما يقرب من خمسين الى ستين كيلو متراً في عمق الدلتا بدءاً من الشاطئ الشمالي وقد استدل العلماء والخبراء على ذلك بعدد من الشواهد الطبيعية الموجودة على شاطئ البحر الأبيض وحددوا على وجه التقريب مدى الأضرار التي ستصيب الأرض الزراعية والممتلكات والسكان من هذه الأضرار وقد أوضحنا ضمن بحثنا مقتطفات من آراء هؤلاء العلماء التي نشرت بالصحف في حينها وهذا ما جعل اختيار إنشاء خط حديد مرادفاً لخط مصر - الإسكندرية الحالي أن يكون في اتجاه الصحراء الغربية أمراً لا مناص من تنفيذه.

هذا وقد ألقى بحث عن هذا الموضوع مدعم بالمستندات والصور ونصوص تصريحات العلماء وأعتبرت ضمن وثائق ندوة المؤتمر الثاني عشر للهندسة الميكانيكية الذي عقد بالإسكندرية خلال

المدة من ١٠ الى ١٣ مارس ١٩٩٩ ضمن المحور السابع تحت عنوان " هل يكون للقطاع الخاص دور رئيسى فى إنشاء وتشغيل خط سكة حديد سريع بين القاهرة والإسكندرية "(١) وقد ضم هذا البحث عدد من الخرائط التى توضح مسار هذا الخط وأين يبدأ وأين ينتهى والأسباب التى تدعو الى ذلك واقتراح طرق التمويل ومراحل التنفيذ.

أضف الى ما تقدم فإن الخطر الداهم من زيادة ارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات ما زال قائما يتجدد كل يوم ويحذر منه العلماء والخبراء. ومن بين ما نشر أخيرا :-

١ - " تقرير خطير من الأمم المتحدة "..... حرارة الأرض ترتفع الى معدلات قياسية خلال القرن الحالى مخاوف من زيادة الوفيات وانتشار الأمراض وغرق دلتا الأنهار "(٢) جريدة أخبار اليوم ٢٣/١/٢٠٠١

٢ - " خطر النحر..... مستمر.... اختفاء ١٠ صفوف من المنشآت بشاطئ بلطيم "الأهرام ١٢/٩/٢٠٠٠ ص ١٣ ونشر مدعم بالصور الفوتوغرافية التى توضح الانهيارات التى حدثت بالمنشآت (٣)

٣ - " الاحتباس الحرارى وهم أم حقيقة " أهرام يوم ٢٨ يناير ٢٠٠١ ص ٦ .

٤ - " سيناريوهات الاحتباس الحرارى " أهرام يوم ١١/١٢/٢٠٠٠ ص ١ .

٥ - " الحوارات الساخنة حول تغييرات المناخ العالمى " أهرام ١١/٣/٢٠٠١ ص ١٢

١٤ - أهداف البحث التى حددت فى مؤتمر مارس ١٩٩٩ .

هذا وقد أوضح البحث السابق الذى قدم فى مارس سنة ١٩٩٩ أن هناك ثلاثة أهداف رئيسية تستند الى حقائق علمية والتى تدعو الى سرعة اتخاذ الخطوات التنفيذية لإنشاء هذا الخط وهى:-
أولاً : احتمال غرق جزء كبير من الدلتا بسبب ارتفاع درجات الحرارة وذوبان الجليد واحتمال ارتفاع منسوب المياه حوالى ٦٠ سم خلال الخمسين عاما القادمة وما يتبع ذلك من احتمال غرق مساحة من اراضى الدلتا يبلغ عمقها حوالى ٥٠ ، ٦٠ كيلو متر من الشاطئ.

ثانياً : توسيع الرقعة الزراعية وإيجاد أرض زراعية بديلة للأراضى التى ستصاب بالضرر بسبب ارتفاع منسوب سطح الماء فى المحيطات. ولهذا فإن هناك حاجة ملحة لخلق مدن جديدة لاستيعاب السكان الذين سيهجرون من هذه المناطق والتى تقدر بحوالى ١٢% الى ١٥% من عدد سكان الدلتا.

ثالثاً : خلق محور نقل جديد سريع اقترح فى الدراسة الأبتدائية التى قدمناها فى مارس ١٩٩٩ أن تسير القطارات بسرعة ٢٢٠ كم / ساعة ويمكن زيادتها الى أن تصل الى ٣٠٠ كيلو متر فى الساعة يبدأ من بولاق الدكرور بدلا من محطة القاهرة وتكون محطته النهائية فى محطة القبارى بدلا من محطة الإسكندرية وهذا الاختيار يرجع الى الأسباب الآتية :

أ. اختيار منطقة بولاق الدكرور لتكون محطة رئيسية ومتوسطة كحركة تشغيل هذا الخط بدلا من محطة القاهرة التي أصبحت عاجزة عن إستيعاب إضافة أى منشآت أو سكك جديدة لخدمة هذا المشروع وللتخفيف على النقل السطحي بميدان رمسيس والطرق المؤدية الى محطة القاهرة وذلك بعكس محطة بولاق الدكرور التي توجد بها مساحات كبيرة وسكك متعددة أستغنى عن تشغيلها ويمكن الاستفادة بها لمشروع إنشاء هذا الخط الجديد . هذا بالإضافة الى خدمات مترو الأنفاق التي تصل الى منطقة بولاق الدكرور.

ب. اختيار محطة القبارى بدلا من محطة الإسكندرية فيرجع الى نفس الأسباب التي ذكرت بالبند (أ) السابق حيث لا يوجد بمحطة الإسكندرية مساحات تسمح بإقامة المنشآت التي يتطلبها تشغيل هذا الخط ولكون محطة القبارى قريبة من محطة الركاب البحرية بميناء الإسكندرية العالمى والتي ستخدم السياحة الواردة عن طريق البحر والمرجوة منها. ويمكن تخصيص بعض السكك بحوش القبارى لأستقبال هذه الخدمة الجديدة.

إن تصميم الخط المقترح سيسمح بتشغيل جميع القطارات على مختلف درجاتها (قطارات فائقة السرعة - قطارات أكسبريس - قطارات سريعة - وقطارات ركاب وقطارات بضائع).

كما شملت الدراسة أهم الأعمال الصناعية الكبرى التي تتطلبها البنية الأساسية لتنفيذ هذا المشروع من كبارى علوية تعبر خطوط النقل البرية ومنها طريق مصر الإسكندرية الصحراوى أو الترع أو مخرات السيول . وقد روعى أن تكون هذه البنية الأساسية معدة لأزدواج هذا الخط فى المستقبل كما أن منشآت الجسور عملت على أساس الخط المزدوج والذي يسمح بتركيب السكة الثانية على فذو كاف لا ينتج عنه أضراراً للقطارات السائرة بسرعات فائقة خاصة عند المقابلات. هذا بالإضافة الى اقتراح بعض إنشاءات البنية الأساسية كورش الصيانة والعمرات ومساكن إقامة العاملين على طول الخط ومبانى المحطات. كل هذا مع تحديد خطوط حرم الطريق وبنية الأساسية آخذين فى الاعتبار عمل المنشآت الثابتة لكهربة هذا الخط عند تركيبه وتشغيله مفردا فى بادئ الأمر ثم يزدوج بعد أن تزداد كثافة النقل على الخط الجديد.

هذا ويوجد مع هذا البحث خريطة مساحية توضح مسار الخط والمدن الجديدة التي سيمر بها ومن بينها مدينة السادات التي اقترح أن تكون عاصمة ثانية لجمهورية مصر العربية حيث أن العاصمة الحالية (القاهرة) أصبحت مختلفة بزيادة عدد سكانها وتركيز تعظيم أعمال الدولة الإدارية بها.

١٥ - التمويل والتنفيذ :

أفترحت عدة حلول لتمويل تنفيذ هذا المشروع ومن بينها نظام ال B.O.T. وحتى يمكن جذب المستثمر للأقدام على تنفيذ هذا المشروع أفترحت بعض المزايا التي تعطى له لتساعده على استرداد جزء كبير من استثماراته بعد فترة زمنية معقولة وبذا تنخفض فترة الأمتياز على المشروع والتي من بينها :

أ. إنشاء مبنى إدارى كبير يعطى للمستثمر حق إدارته فى كل من محطتى بولاق الدكرور والقبارى وهذا المبنى الإدارى يتكون من برج متعدد الطوابق يستغل كفندق متعدد الأغراض (مجمع خدمات) منها: فندق خمسة نجوم وفندق أربعة نجوم (أو حتى فندق ثلاثة نجوم) وقاعات للمؤتمرات وجراج متعدد الأدوار ومحلات تجارية ومكاتب إدارية للبنوك أو نشاط سوق المال وبورصة للأوراق المالية وخدمات سياحية وترفيهية بالإضافة الى خدمات السكك الحديدية. هذا ويمكن أن تقام مباني إدارية أخرى فى بعض المدن المركزية التى ستقع على مسار الخط المقترح مثل مدينة السادات.

ب. إدخال نظام أستصحاب الراكب لسيارته بنفس القطار مع إدخال نظام عربات ال Dome Cars ذات الجوانب والأسقف الزجاجية التى تصنع من الفيبرجلاس وعربات النوم والتي ستؤدى الى زيادة دخل السكك الحديدية علاوة على الفائدة التى ستعود على المستثمر.

ج. يمكن إعطاء المستثمر حق إنشاء وتشغيل خطوط نقل برية عرضية من المحطات الرئيسية الى وسط الدلتا أو غربا للوصول الى المناطق السياحية والأثرية والقرى السياحية بالساحل الشمالى لتكون شبكة نقل متكاملة مع خطوط السكك الحديدية.

د. يعطى للمستثمر حق أستثمار بعض المساحات فى بعض المناطق ولتكن بعيدة عن مسار الخط المقترح ليقم بها أنشطة سياحية وثقافية أو دينية مثل مقابر الشهداء بالحرب العالمية الثانية بالعلمين أو ملاعب الجولف أو سياحة السفارى أو السياحة الدينية بمنطقة أديرة وادى النطرون بالإضافة الى بعض المشروعات المستقبلية التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار لتوسيع شبكة السكك الحديدية الحالية ومضاعفة العائد من هذه الخدمة سواء على المستثمر أو على السكك الحديدية.

١٦ - مواقع إستخدامات الجر الكهربائى وأمكانية تطبيقه على خطوط السكك الحديدية والمدن الجديدة والمناطق الصحراوية.

١٦ - ١ - تطبيق الجر الكهربائى على خطوط السكك الحديدية:

بصفة عامة يمكن تطبيق الجر الكهربائى على خطوط السكك الحديدية والجديدة التى تؤكدها دراسات الجدوى التى تجرى عليها. ومن أهم الخطوط التى يمكن كهربتها تشمل الآتى :

١ - خط مصر - إسكندرية الصحراوى المقترح ليكون مرادفا لخط مصر - إسكندرية الحالى ونرى أن نبدء فى المرحلة الأولى مع بداية إنشاء الخط عمل تجهيزات البنية الأساسية لكهربة الخط وهذا الخط يعتبر أيضا أنه خط صحراوى.

٢ - خط عين شمس - السويس - العين السخنة هذا الخط خطا مفردا ومتوقع أن تكون عليه نقلات بضائع وخدمة ركاب مكثفة خاصة وأن سكك حديد مصر تدرس حاليا إنشاء خط سكة حديد كهربائى يربط عين شمس بالربىكى (على خط السويس) ثم يتفرع منه خط لخدمة مدينة العاشر من رمضان الى الإسماعيلية. وخط السويس هذا بطبيعته خطا مفردا ولن تكون هناك معوقات تعوق كهربته (مثل الفدو بين السكتين) حتى ولو كانت القطارات سريعة. وهو خط صحراوى أيضا.

١٦ - ٢ - الخطوط الفرعية المفردة

والتي تغذى المراكز الرئيسية على شبكة السكك الحديدية مثل :

١ - خط أمبابة - بشتيل - المناشى - الخطاطبة إيتاى البارود وهو خط مفرد وإشاراته كهربائية وهو من الخطوط الرئيسية فى شبكة السكك الحديدية غربى النيل ويتميز بكثافة نقل البضائع وكذا بنقل الركاب كما أنه يعتبر من خطوط الضواحي من المناشى الى أمبابة.

٢ - كهربة الخط بين الجيزة وحوش بولاق الدكرور وبشتيل ليلتحم بالخط السابق رقم (٣) وفى نفس الوقت سيقوم بخدمة سكك حوش الحاويات ببشتيل

٣- خط المنصورة - السمبلوين - الزقازيق.

٤- خط الزقازيق - بلبيس - شبين القناطر - قليوب وهو يعتبر من الخطوط الفرعية التى تغذى الخطوط الرئيسية وغير ذلك كثير.

١٦ - ٣ - المدن الجديدة

وتمثل أهم المواقع التي يجب البدء فوراً في إنشاء خطوط نقل جماعي تعمل بالكهرباء (مترو أو ترام سريع معزول).

وأهم هذه المدن هي : السادس من أكتوبر

مدينة السادات

مدينة الشروق

مدينة العبور

وجميع هذه المدن الجديدة لن يحدث لها تطور ولا ازدهار إلا بإنشاء شبكات النقل الكهربائي الداخلية.

أما مدينتي الشروق والعبور فيمكن تغذيتهما بالتيار اللازم للجر عن طريق الخط المقترح تحت رقم (٢) والخاص بكهربة خط عين شمس - السويس.

التوصيات

=====

- إن التوسع فى استخدام الجر الكهربائى على خطوط السكك الحديدية امر مستحب ويجب التخطيط للتوسع فى مد شبكاته لما يتميز به من خصائص. وسواء كان هذا النقل للركاب السريع خاصة بين المدن الكبرى وعواصم الأقاليم أو كان نقلا للبضائع وخاصة لمنتجات المناجم والمحاجر أو نقلا داخل المدن على الأخص المدن الجديدة التى لن تقوم لها قائمة لتطويرها أو ازدهارها وإجتذابا للمواطنين للإقامة بها إلا إذا توافرت لها هذه الخدمة. ومن الأمثلة الحية على ذلك إنشاء خطوط مترو مصر الجديدة منذ أكثر من ٦٥ عاما وكيف نمت وتطورت هذه المدينة وفقا لإنشاء خطوط النقل السككى بها.
- كانت مصر من أوائل الدول التى أدخلت نظام كهربة الخطوط بها حيث تم كهربة خط حلوان منذ عام ١٩٥٦ سابقة بذلك العديد من الدول الأوروبية التى بدأت كهربة خطوطها خلال الفترة بعد عام ١٩٧٣.
- إن خط مصر - إسكندرية الحالى لا يمكن تطبيق نظام الجر الكهربائى عليه لأنه لن تكون له جدوى اقتصادية ولا يمكن تحقيق سرعة المسير عليه بسرعة فائقة نظرا لوجود معوقات كثيرة أهمها أن فدو خطوط السكك الطولية الحالية هى ٢,٠٠ متر وينتج عن ذلك تفريغ للهواء عند مقابلة القطارين السائرين فى الاتجاهين المتضادين بسرعة حوالى ١٢٠ كم / ساعة ما يسبب تكسير زجاج بعض شبابيك الوحدات المتحركة. هذا بالإضافة الى وجود معوقات هندسية لا يمكن التغلب عليها بسهولة مثل المنحنيات ذات الأقطار الصغيرة أو منشآت الكبارى وجباريتها الأفقى والرأسى. هذا مع الأخذ فى الاعتبار أن دراسات الجدوى التى أجريت فى عامى ١٩٧٩ ، ١٩٨١ لم تثبت جدوى التحول الى كهربة الجر بهذا الخط.
- إن استخدام الديزل الكهربائى فى الجر على خط مصر - الإسكندرية الحالى يحقق نفس الأهداف التى تحققها القاطرات الكهربائية دون الحاجة الى تكاليف إنشائية جديدة أو استبدال الوحدات الحالية.
- لقد ثبت بما لا يدع مجالا للشك أن شواطئ الدلتا على البحر الأبيض تتعرض للتأثيرات الناتجة عن ارتفاع درجات حرارة الأرض وأن جزء كبير من أرض الدلتا سيكون معرضا للغرق لمسافة تصل الى حوالى من ٥٠ - ٦٠ كيلو متر داخل الدلتا وهذا الأمر الخطير سينتج عنه إجلاء لبعض

السكان الموجودين بهذه المناطق والقضاء على نشاطهم الزراعى فى هذه المساحة. ولابد من تجهيز مناطق جديدة لنشاطهم الزراعى والصناعى وإقامتهم وسبل معيشتهم.

ولهذا فقد أصبح لزاما البحث عن حل بديل لخط مصر - الإسكندرية الحالى وسبق أن اقترح هذا الأمر فى مؤتمر سابق (مارس عام ١٩٩٩) حيث أن إنشاء خط سكة حديد جديد يجهز للسرعة الفائقة بين القاهرة والإسكندرية مع مروره على المدن الجديدة سيكون حلا مناسباً للنشاط السككى والعمرانى والسياحى بهذه المناطق.

- إن أهم هذه المناطق التى يمكن تطبيق الجر الكهربائى بها هى الخطوط المستجدة والتى تقع فى المناطق الصحراوية.

- إن كهرية بعض الخطوط الفرعية الحالية بشبكة سكك حديد مصر وخاصة المفردة منها ستكون أنسب الأماكن لأستخدام الجر الكهربائى ونخص بالذكر الخطوط التى تسير فى المناطق الصحراوية مثل خط عين شمس - السويس - العين السخنه والخطوط الفرعية المغذية للخطوط الرئيسية.

- إن المدن الجديدة هى أول الأماكن التى يجب أن تبدأ بكهرية النقل السككى الداخلى بها مثل ٦ أكتوبر - الشيخ زايد - العاشر من رمضان - السادات و لأن هذه المدن لن يحدث لها ازدهار إلا عن طريق النقل السككى بخطوط الترام السريع أو المترو ولنا فى تطوير مدينة مصر الجديدة أسوة يجب أن نفتدى بها.

- إن المكاتب الاستشارية المصرية المتخصصة بما لها من خبرات إكتسبتها على مدى عقود طويلة يسعدها أن تكلف بدراسات الجدوى اللازمة لهذه المشروعات والبدائل.



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية في خدمة المشروعات القومية والتنمية

2/4

الطاقة الجديدة والمتجددة ودورها
في التنمية المستدامة في مصر

دكتورة / الهام محمود احمد

RENEWABLE ENERGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN EGYPT

**BY: DR. ENG. ELHAM MAHMOUD
NEW&RENEWABLE ENERGY AUTHORITY, CAIRO, EGYPT**

1. Introduction

The economic development of modern societies is crucially dependent on energy. The way this energy is produced, supplied and consumed strongly affects the local and global environment, and is therefore a key issue in Sustainable Development (SD), that is development that meets the needs of the present without comprising the ability of future generations to meet their own needs, in other words a continuous supply of energy is essential for economic development; energy provision is particularly important in the agro-industry, services, production, and transport sectors, as well as for the household. Energy plans and schemes can be developed within a sustainable development framework to increase productivity, conserve and reduce the degradation of natural resources, improve the quality of life in poor rural areas by supporting the improvement of basic services, contribute to the development of income and employment generating activities, and help ensure food security. Meanwhile the conventional production, conversion and consumption of energy has its environmental impacts.

Renewable energy sources (renewables) can meet many times the present world energy demand. Their potential is enormous. They can enhance diversity energy supplies, and reduce local and global atmospheric emissions. They can also provide commercially attractive options to meet specific needs for energy services (particularly in developing countries and rural areas), create new employment opportunities, and offer possibilities for local manufacturing of equipment.

This paper reviews the prospects for renewable energy sources and technologies, presents the current status of their applications in Egypt, and identifies barriers, opportunities and key issues on which actions are needed to help making the required contribution of renewables in our energy mix. Section 2 presents a general review of the renewable energy technologies and applications. Section 3 presents briefly the renewable energy (RE) status in Egypt, while section 4 summarizes the barriers and opportunities to promote and widely use renewable energy technologies. The conclusions and recommendations are presented in section 5.

2. Renewables Today.

Renewable energy (RE) is defined as an energy resource that replaces itself within a human lifetime. Examples include, solar energy, wind energy, running water, biomass energy, geothermal energy, tidal power, wave energy, and Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC).

More recently, the UK Renewable Advisory Group (REAG) defined renewable energy as "the term used to cover those energy flows that occur naturally and repeatedly in the environment and can be harnessed for human benefit. The ultimate sources of most of this energy are the sun, gravity and the earth's rotation." [1]

Most renewables are derived from solar radiation, including the direct use of energy for heating or electricity generation, and indirect form such as energy from the wind, waves and running water, and from plants and animals (wood, straw, dung, and other plant wastes). Tidal sources of energy result from the gravitational pull of the moon and sun, and geothermal energy comes from the heat generated within the earth. Energy from wastes of all kinds is also often included under the heading of renewables.

Renewables have been important for humans since the beginning of civilization. For Centuries and in many ways, biomass has been used for heating, cooking, steam raising, and power generation, hydropower and wind energy, for movement and later for electricity production.

Renewable energy technologies (RETs) range from technologies that are well established and mature to those that need further research and development. The following is a brief review of the renewable energy sources, their applications and technical potential.

2.1 Biomass Energy

Biomass is a rather simple term for all organic material that stems from plants, trees, and crops. Biomass sources are therefore diverse, including organic waste streams, agricultural and forestry residues, as well as crops grown to produce heat, fuels, and electricity.

Since the early 1990s biomass has gained considerable interest worldwide. Its geographic distribution is relatively even. It has the potential to produce modern energy carriers that are clean and convenient to use. It can make a large contribution to rural development, and its attractive costs make it a promising energy source in many regions. The application of commercial and modern biomass energy systems is growing in many countries.

Biomass energy conversion technologies are:

- Production of heat.
- Production of electricity.
- Large gasification.
- Small gasification.
- Biogas production.
- Production of liquid and gaseous fuels from biomass (bio-oil and bio-crude), Ethanol, Esters from oilseeds, Methanol, hydrogen, and hydrocarbons through gasification.

2.2 Wind Energy

Wind energy, in common with other renewable energy sources, is broadly available but diffuse. Wind energy was widely used as a source of power before the industrial revolution, but later displaced by fossil fuel use because of differences in costs and reliability. The oil crises of the 1970s, however, triggered renewed interest in wind energy technology for grid-connected electricity production, water pumping, and power supply in remote areas.

In recent decades enormous progress has been made in the development of wind turbines for electricity production. Around 1980 the first modern grid-connected wind turbines were installed. In 1990 about 2,000 megawatts of grid-connected wind power was in operation worldwide, and at the beginning of 2000, about 13,500 megawatts [2]. In addition, more than 1 million water-pumping wind turbines (wind pumps), manufactured in many developing countries, supply water for livestock, mainly in remote areas, and tens of thousands of small battery-charging wind generators are operated in China, Mongolia, and Central Asia.

The economic potential of wind energy depends on the economics of wind turbine systems and of alternative options. Apart from investment costs, the most important parameter determining the economics of a wind turbine system is the annual energy output, in turn determined by such parameters as average wind speed, statistical wind speed distribution, turbulence intensities, and roughness of the surrounding terrain. The power in wind is proportional to the third power of the momentary wind speed. Because of the sensitivity to wind speed, determining the potential of wind energy at a specific site is not straightforward. More accurate meteorological measurements and wind energy maps and handbooks are being produced and (mostly) published; enabling wind project developers to better assess the long-term economic performance of their projects.

From the beginning of the modern wind energy technology era in the mid-1970s, there has been gradual growth in the unit size of commercial machines. In the mid-1970s the typical size of a wind turbine was 30 kilowatts of generating capacity, with a rotor diameter of 10 meters. The largest units installed in 1998 had capacities of 650 kilowatts with rotor diameters of 66 meters. By 1999, 460 units with a generating capacity of 1 megawatt or more were installed worldwide. Turbines with an installed power of 2 megawatts (70 meters diameter) are being introduced in the market, and 3–5 megawatt machines are on the drawing board. Table (1) presents the average size of the installed wind turbines from 1992 to 1999. [2]

Table (1) Average Size of Installed Wind Turbines, 1992-99

Year	Size (Kilowatts)
1992	200
1994	300
1996	500
1998	600
1999	700

2.3 Photovoltaic solar energy

Photovoltaic solar energy conversion is the direct conversion of sunlight into electricity. This can be done by flat plate and concentrator systems. An essential component of these systems is the solar cell, in which the photovoltaic effect (the generation of free electrons using the energy of light particles) takes place. These electrons are used to generate electricity.

The technical potential of photovoltaics has been studied in some detail in several countries. In densely populated countries with a well-developed infrastructure, there is an emphasis on applications of grid-connected photovoltaic systems in the built environment (including infrastructure objects like railways and roads). These systems are necessarily small- or medium-sized; typically 1 kilowatt to 1 megawatt. The electricity is generated physically close to the place where electricity is also consumed. In less densely populated countries, there is also considerable interest in 'ground-based' systems, generally 1 megawatt. In countries or rural regions with a weak or incomplete grid infrastructure, small standalone systems and modular electric systems may be used for electrification of houses or village communities.

Between 1983 and 1999 photovoltaic shipments grew by just over 15 percent a year. In 1998 around 150 megawatts of solar cell modules were produced, in 1999 nearly 200 megawatts. In 1998 cumulative production was around 800 megawatts.

The efficiency of an ideal photovoltaic cell is about 30 percent at most (for a single cell under natural sunlight). Higher efficiencies can be achieved by stacking cells with different optical properties in a tandem device, by using concentrator cells, or by combining these two. The efficiency of practical solar cells is determined by several loss mechanisms. An overview of efficiencies achieved through 1999 for different cells and modules is given in table (2).

Table (2) important photovoltaic solar cell and module technologies [2]

Technology	Symbol	Characteristic	Record efficiency Laboratory cells (%)	Typical efficiency Commercial flat-plate Modules (%)
Single crystal silicon	sc-Si	Wafer-type	24	13–15
Multi-crystalline silicon	mc-Si	Wafer type	19	12–14
Crystalline silicon films on ceramics	f-Si	Wafer type	17	(8–11)
Crystalline silicon films on glass		Thin film	9	
Amorphous silicon (including silicon-germanium tandems)	a-Si	Thin film	13	6–9
Copper-indium/gallium-diselenide	CIGS	Thin film	18	(8–11)
Cadmium telluride	CdTe	Thin film	16	(7–10)
Organic cells (including dye-sensitized titanium dioxide cells)		Thin film	11	
High-efficiency tandem cells	III-V	Wafer and thin film	30	
High-efficiency concentrator cells	III-V	Wafer and thin-film	33 (tandem) 28 (single)	

2.4 Solar thermal electricity

Solar radiation can produce high-temperature heat, which can generate electricity. The most important solar thermal technologies to produce electricity (concentrating) use direct irradiation. The primary market for concentrating solar thermal electric technologies is in sunnier regions, particularly in warm temperate, sub-tropical, or desert areas. About one percent of the world's desert area used by solar thermal power plants would be sufficient to generate today's world electricity demand.

Solar thermal electricity (STE) is probably 20 years behind wind power in market exploitation. In 1998 operating STE capacity was about 400 megawatts of electricity, with annual electricity output of nearly 1 terawatt-hour.

Because STE costs are dropping rapidly towards levels similar to those obtained by wind, STE may grow in a manner somewhat similar to wind. If the growth rate were 20–25 percent after 2010, this installed STE capacity would be 12,000–18,000 megawatts of electricity by 2020. If annual growth rate then averages 15 percent a year, the result would be 800–1,200 gigawatts of electricity by 2050. The Cost Reduction Study for Solar Thermal Power Plants, prepared for the World Bank in early 1999 [3], concludes that the large potential market of STE could reach an annual installation rate of 2,000 megawatts of electricity.

Solar thermal electricity technologies

Five distinct solar thermal electric conversion concepts are available, each with different operating and commercial features. Two non-concentrating technologies (solar chimney and solar pond) are not included in this brief description of emerging solar thermal power concepts, because they lack significantly sized pilot and demonstration test facilities.

All concentrating solar power technologies rely on four basic key elements: collector/concentrator, receiver, transport/storage, and power conversion. The collector/concentrator captures and concentrates solar radiation, which is then delivered to the receiver. The receiver absorbs the concentrated sunlight, transferring its heat energy to a working fluid. The transport/storage system passes the fluid from the receiver to the power conversion system. In some solar thermal plants a portion of the thermal energy is stored for later use. As solar thermal power conversion systems, Rankin, Brayton, combined, and Stirling cycles have been successfully demonstrated.

An inherent advantage of STE technologies is their unique ability to be integrated with conventional thermal plants. All of them can be integrated as a solar boiler into conventional thermal cycles, in parallel with a fossil-fuelled boiler. The three concentrating technologies are:

- **Parabolic trough systems**

The parabolic trough (solar farm) consists of long parallel rows of identical concentrator modules, typically using trough-shaped glass mirrors. Tracking the sun from east to west by rotation on one axis, the trough collector concentrates the direct solar radiation onto an absorber pipe located along its focal line. A heat transfer medium, typically oil at temperatures up to 400 degrees Celsius, is circulated through the pipes. The hot oil converts water to steam, driving the steam turbine generator of a conventional power block. The technology is under active development and refinement to improve its performance and reduce production costs.

- **Central receiver/power tower**

The solar central receiver or power tower is surrounded by a large array of two-axis tracking mirrors—termed heliostats—reflecting direct solar radiation onto a fixed receiver located on the top of the tower. Within the receiver, a fluid transfers the absorbed solar heat to the power block where it is used to heat a steam generator. Water, air, liquid metal, and molten salt have been tested as fluids. Advanced high-temperature power tower concepts are now under investigation, heating pressurized air to more than 1,000 degrees Celsius to feed it into the gas turbines of modern combined cycles.

- **Dish/engine power plants**

Parabolic dish systems consist of a parabolic-shaped point focus concentrator in the form of a dish that reflects solar radiation onto a receiver mounted at the focal point. These concentrators are mounted on a structure with a two-axis tracking system to follow the sun. The collected heat is often used directly by a heat engine, mounted on the receiver. Stirling and Brayton cycle engines are currently favored for decentralized power conversion. Central Rankin cycles are being studied for large fields of such dishes where the receiver does not contain a heat engine.

2.5 Low-temperature solar energy

The easiest and most direct application of solar energy is the direct conversion of sunlight into low-temperature heat—up to a temperature of 100 degrees Celsius. In general, two classes of technologies can be distinguished: passive and active solar energy conversion. With active conversion there is always a solar collector, and the heat is transported to the process by a medium. With passive conversion the conversion takes place in the process, so no active components are used. The Low-temperature solar energy technologies and systems are:

- **Solar domestic hot water systems:** The solar domestic hot water system (SDHW) consists of three components: a solar collector panel, a storage tank, and a circulation system to transfer the heat from the panel to the store.
- **Large water heating systems:** Solar thermal systems can provide heat and hot water for direct use or as pre-heated water to boilers that generate steam. Such large water heating systems find widespread use in swimming pools, hotels, hospitals, and homes for the elderly. Other markets are fertilizer and chemical factories, textile mills, dairies, and food processing units.
- **Solar space heating:** Space heating systems are available as water systems and as air heating systems, with air heating systems generally cheaper. Water-based systems are usually solar combi-systems that supply domestic hot water and space heating.
- **District heating:** Solar energy can also be applied for district heating. Providing hot water and space heat, several of these systems, using a central collector area, have been realized in Denmark, Germany, and Sweden.
- **Heat pumps:** Heat pumps can generate high-temperature heat from a low-temperature heat source. Working in the opposite direction the same appliance can also be used as a cooling device. In fact most heat pumps are air conditioners that are also suitable for heating purposes. Energy (mostly electricity) is needed to operate the heat pump. Typically the heat energy output is two to four times the electrical energy input. But by further improving the performance of the heat pump and by using electricity from renewable sources (hydro, wind, photovoltaics), this contribution will be definitely positive.

- **Solar cooling:** Cooling with solar heat seems an obvious application, because demand for cooling and supply of solar heat is in phase.
- **Solar cooking:** China and India are among several countries promoting the use of solar cookers. A simple box-type cooker and a parabolic concentrating type cooker are among the common models deployed. Efforts have also been made to develop solar cookers for institutional use. Solar cooking devices have certain limitations and can only supplement, not replace conventional fuels.
- **Solar crop drying:** The drying of agricultural products requires large quantities of low-temperature heat in many cases, year round. Low-cost air-based solar collectors can provide this heat at collection efficiencies of 30–70 percent [4]. The technology for solar crop drying is available, and its application can be economically viable.
- **Passive solar energy use:** The application of passive solar principles can contribute significantly to the reduction of (active) energy demands for heating, cooling, lighting, and ventilating buildings to allow day-lighting while keeping out the cold or heat.

2.6 Hydroelectricity

There is a general view that hydroelectricity is the renewable energy source par excellence, non-exhaustible, non-polluting, and more economically attractive than other options. Hydropower contributes about 20 percent to the electricity supply, about a third of its potential. The supply of hydroelectricity may grow from 2,600 terawatt-hours a year in 1997 (of which about 3.5 percent from small-scale hydropower) to 3,000 terawatt-hours a year in 2001 and to 6,000 terawatt-hours a year in 2050. It is a clean energy source with many technical advantages over thermal and nuclear plants: operating reserves, spinning reserves, load following services, voltage control, and cold start capability.

2.7 Geothermal energy

Geothermal energy has been used for bathing and washing for thousands of years, but it is only in the 20th century that it has been harnessed on a large scale for space heating, industrial energy use, and electricity production. Prince Piero Ginori Conti initiated electric power generation with geothermal steam at Larderello in Italy in 1904. The first large Municipal district heating service started in Iceland in the 1930s.

The potential of geothermal energy applications are:

- Electricity production.
- Direct use of geothermal energy.
- Heat pump applications

Geothermal energy has been used commercially for 70 years, both for electricity generation and direct use, with use increasing rapidly in the past three decades. In 1975–95 the growth rate for electricity generation was about 9 percent a year and in recent years about 4 percent a year. For direct use it was about 6 percent a year. For the 46 countries with records of geothermal use the electricity generated was 44 terawatt-hours of electricity and the direct use 38 terawatt-hours of thermal energy in 1997.

2.8 Marine energy technologies

The oceans, covering more than two-thirds of the Earth, represent an enormous energy resource containing vastly more energy than the human race could possibly use. The energy of the seas is stored partly as kinetic energy from the motion of waves and currents and partly as thermal energy from the sun. Although most marine energy is too diffuse and too far from where it is needed to be economically exploited, in special situations it can be effectively captured for practical use.

The main marine energy resources can be summarized, in order of maturity and use, as:

- **Tidal barrage energy:** The rise and fall of the tides creates, in effect, a low-head hydropower system. Tidal energy has been exploited in this way on a small scale for centuries in the form of water mills. The one large modern version is the 240 megawatt-electric La Rance scheme, built in France in the 1960s, the world's largest tidal barrage, using a conventional bulb turbine. A handful of smaller schemes have also been built.

- **Wave energy:** Energy can be extracted from waves. As an example, in deep water off the northwest coast of Scotland (one of the more intense wave climates in the world) the average energy along the prevailing wave front can be 70 kilowatts a meter (or more). Closer inshore this falls to an average of around 20 or 30 kilowatts a meter, and along the shoreline to about 10 kilowatts a meter or less. The energy availability is thus sensitive to the distance from the shoreline [5]. Wave energy remains at an experimental stage, with only a few prototype systems actually working. All of the few existing systems that have run for more than a few hours are shoreline devices (built into the shore).
- **Tidal and marine current energy:** Tidal and marine current energy is the most recent of the marine energy resources to be seriously studied, with most work in the 1990s. The results show that large-scale energy generation from currents requires a totally submerged turbine—and, to be reliable, offshore large, robust systems are required that are only now becoming technically feasible.

- **Ocean thermal energy conversion:** Exploiting natural temperature differences in the sea by using some form of heat engine, potentially the largest source of renewable energy of all, has been considered and discussed for the best part of 100 years [1]. But the laws of thermodynamics demand as large a temperature difference as possible to deliver a technically feasible and reasonably economic system. OTEC requires a temperature difference of about 20 degrees Celsius, and this limits the application of this technology to a few tropical regions with very deep water. Two main processes are used for power production from this source, both based on the Rankine (steam/vapor) cycle:

3. Renewable Energy in Egypt

3.1 Strategy and Policy

The government of Egypt realized in early 1980's the fact that the traditional energy resources will fall short to satisfy their future needs. A national strategy for the development of energy conservation measures and renewable energy applications were formulated in 1982 as an integral element of national energy planning. The New & Renewable Energy Authority (NREA) was established in 1986 to be a focal point for renewable energy activities in Egypt. The renewable energy strategy targets to supply 3% of the electricity production from renewable resources by the year 2010. [6]

It is obvious that the implementation of such strategy will be an essential element of the national plans for achieving sustainable development and protection of the environment via upgrading energy efficiency and replacing conventional polluting resources by renewables. To satisfy the energy needs for the country's development plans, and to make sure that renewable energy takes its proper place in the sustainable supply and use of energy for greatest benefit of all, the Government has made a commitment to the following:

- (a) Consider renewable energy as an integral part of the country's energy mix,
- (b) Adopt technologies and applications that are approaching maturity and may be replicated widely,
- (c) Link renewable energy and energy efficiency programme,
- (d) Upgrade local industrial capabilities to accommodate renewable energy technologies,
- (e) Maximize the use of renewable energy sources within the electric power sector where feasible.

3.2 Resources and Technologies

Egypt is endowed with a significant amount of renewable energy resources. Some of these resources such as solar and wind have been used in a commercial scale while the use of the other resources is still in the research and development phase. In this paper, we will consider only the solar, wind and biomass energy technologies and applications in Egypt.

3.2.1 Solar Energy

The first action enabling the achievement of the strategic objectives was the assessment of the solar resource in Egypt, several studies and research audits have indicated that Egypt enjoys excellent solar availability, the annual global solar radiation is between 900-2600kWh/m². The resource assessment led to the preparation of the Egyptian Solar Atlas, which includes a typical meteorological year data and maps.

Encouraged by its proven rich solar resource and in view of the energy demand projections and the progress accomplished in the Egyptian industries in the last two decades, Egypt has shown great interest in solar technologies (solar thermal and photovoltaic).

Solar Thermal technologies were identified to be among the main renewable energy technology options that can impact in achieving the strategy targets. Intensive efforts were directed mainly to photovoltaics and three solar thermal options:

- Photovoltaic applications.
- Solar thermal water heating (STWH) for domestic and commercial sectors.
- Solar thermal systems for industrial process heat (IPH).
- Solar thermal electricity generation (STEG).

3.2.1.1 Photovoltaic Technology:

The electricity demand is growing rapidly in Egypt, so the efforts are directed to develop the use of renewable energy technologies in rural and remote areas. Photovoltaics for electricity production and pumping groundwater seem to be more relevant solution for currently energy requirements at these areas.

Status of PV applications in Egypt:

The present use of PV in Egypt is characterized by few traditional, professional applications financed on commercial terms and numerous donors. An estimate of the installed PV capacity in Egypt had reached about 1 MWp (1995), several projects and plans totaling more than 10MW are under preparation.

In general terms the status for PV applications in Egypt can be grouped into four categories:

- Remote / professional services (telecommunication, railroad, navigation, and aids).
- Donor assisted applications (mostly water pumping & treatment).
- Private sector applications (billboards& small farms).
- NREA & other governmental body applications.

3.2.1.2 Solar thermal water heating (STWH) for domestic and commercial sectors:

Among the technologies mentioned in section 2.5, the domestic solar water heating (DSWH) proved to be accepted and can be applied on a reasonable scale in Egypt.

In 1980, in order to introduce the technology to the Egyptian market, the Ministry of Electricity & Energy imported 1000 DSWH systems, using flat-plate collector technology. In the same year, the first private sector local manufacture started. DSWH systems are manufactured locally since then. About 200,000 families are using DSWH systems currently in Egypt.

In 1992 NREA established the out-door solar thermal laboratory which is currently the main research, testing and certification facility for solar thermal applications in Egypt. More than 7 local manufacturers are now working in the field.

Over 65% of the total energy saving by renewable energies in the last decade was due to the commercialization of solar thermal technologies, mainly domestic solar water heaters.

3.2.1.3 Solar industrial process heat (IPH):

The sectoral energy consumption in Egypt has always shown that the industrial sector consumes almost 50% of the total national primary energy consumption.

Industrial process heat (IPH) consumes more than 60% of the total industrial energy consumption distributed among the different types of industry. Several studies are attempted to forecast the future projections of the industrial process heat annual demand. Several scenarios have been proposed depending on expectations of the Egyptian economy structure and industry situation. Two demonstration projects were implemented by NREA and another one is under implementation.

3.2.1.4 Solar Thermal Electricity Generation (STEG):

NREA has developed an ambitious program for large - scale electricity generation using Integrated Solar Combined Cycle Power Plant to help meet local electricity needs and expected electricity export to Europe.

In 1995, NREA initiated a program for Bulk Renewable Energy Electricity Production Program (BREEPP) for large-scale power generation, which focused mainly on Solar Thermal Electricity Generation (STEG) using mature and appropriate technologies. The first Egyptian Integrated Solar Combined Cycle System (ISCCS) power plant with a capacity of 126 MW in Kuraymat is under implementation. The GEF/World Bank funded the incremental cost with a target date of operation during 2004. Two other similar projects are anticipated to be implemented before 2010.

3.2.2 WIND ENERGY APPLICATIONS

In the field of wind energy, the following preparatory activities were undertaken:

- Assessment of Wind Resource.
- Conducting financial & economic and environmental feasibility studies.
- Establishment of training programs, and
- Establishment of demonstration projects.

These were followed by an active program, started by NREA and supported by many international donors, for the implementation of large - scale grid connected wind farms. The project aims at installing 600 MW of wind turbines by the year 2010. The first 300MW are scheduled to be in operation by 2004. Sixty three (63) MW out of these 300MW have already been installed and connected to the grid. The other 300MW are planned to be implemented by private sector.

For the purpose of training and capacity building, the Wind Energy Technology Center at Hurghada is equipped with the necessary training facilities to serve as the first training center in the Middle East and Africa, in the field of wind energy technology. Also this center is used for monitoring and testing both large and small-scale wind turbines. The center is also considered as a national and international training, research and certification center.

3.2.3 BIOMASS ENERGY:

More than half of the world population use wood and agricultural residues, or what we can call biomass resources, as a primary energy source for household purposes.

Biomass Resource Assessment:

In Egypt the total biomass resources potential reaches 40 million Ton / year [7].

Table (3) shows the biomass resources potential of Egypt [7]. It is clear that the biomass resources contribute more than 3.6 MTOE / year (primary energy). Due to the expected applications of the efficient new modern technologies on the available biomass resources' this contribution effect will be increased in the future.

Table (3): Biomass potential resources, available and used quantities.

Kind of wastes	Total Potential (TP)		Total available For energy		Total utilized as energy	
	MT/y	MTOE/y #	% To TP	MTOE/y	% To TP	MTOE/y
Agr. Residues: - Plant -Animal	18.7	7.48	46	3.50	41	3.06 *
	7.6	2.66	36	0.95	15	0.40
Municipal	6.6	1.65	36	0.59	5	0.08
Sewage	4.3	0.86	56	0.48	10	0.09 **
Industrial	# #					
Total	37.2	12.65	43.6	5.53	28.7	3.63

* 65 % ; is the sugar cane - baggas used in the sugar factories as a fuel .

** A huge biogas plant of 220 000 m³ digester volume has a 18 MW electric power generation plant is under initial starting in the El-Gabal El-Asfer sewage treatment plant for Cairo .

The average calorific value used in energy calculations for different kinds of wastes; plants, animals, municipals and sewage are 4000 - 3500 - 2500 - 2000 kcal/ kg dry matter receptively.

Data are not available , but it has considerable amount.

Status of Biomass Projects:

With few exceptions, biomass activities in Egypt have been focused mainly on small-scale biogas plants with a digester volume ranging between 5 and 50 m³. Application of larger systems has been limited and unsuccessful.

On the large-scale level, biogas activities have not moved away from the laboratory or pilot scale, so only few larger plants were constructed. One of them was a 170-m³ digester in EL-Giza Army Camp, constructed in the beginning of the 1980 with Food & Agriculture Organization (FAO). At present a huge Biogas plant is constructed by General Organization for Sewage Treatment (GOST), but it is not related to the Biogas programs.

Plant residues are considered the most important traditional fuel in the Egyptian rural area. So the biomass laboratories at NREA testing and certification center are equipped with an advanced briquetting system to convert ligneous plant residues into an alternative solid fuel. These briquettes are uniformly shaped easy to be transported, stored and having better physical and combustion properties than that of the initial residues. They are also free of insects and diseases' carriers. Eventually this will produce an improved sort of solid fuel that can be used efficiently to save more quantities of alternative energy sources as petroleum and electricity.

4. Opportunities & Barriers

4.1 Opportunities

Renewables can offer attractive benefits on several fronts. There is good opportunity for widespread use of renewable energy applications in Egypt. First of all Egypt is endowed with very rich renewables. Secondly, renewables can provide a cost – effective way of electrifying remote villages where grid connection would be impractical and the only feasible alternative is expensive diesel power plant. This can be used for the remote villages in Sinai, West desert and the New Valley. The modest scale and modular nature of renewable energy plant means that the construction can be carried out locally, and also allows the installations to be commissioned unit by unit. The third main opportunity is the high international interest in the climate change and environmental issues. The World Energy Council (WEC) study [8], provides an insight into the significant contribution to world energy supplies, which would need to come from renewables by the year 2020 in order to stabilize global greenhouse gas emissions, and proposes a 30% contribution from renewables by that year. The World Bank and the Global Environment Facility (GEF) encourages renewable energy applications and funds the incremental costs for many projects in developing countries. Beside other opportunities renewables can create significant new employment and job opportunities.

4.2 Barriers

The RETs study [9], has identified the following as the key obstacles to the development and dissemination of renewable energy applications in Egypt:

- **Costs and Benefits**

The costs and benefits barrier has been identified as the most important barrier to most of the renewable energy technologies, which are characterized by high initial costs with benefits that are difficult to quantify; there is time lag between incurring the costs at the very beginning and reaping the benefits over time, and who should bear the higher costs.

- **Lack of Information**

The second key barrier identified is information barrier. The study revealed that information on the benefits associated with renewable energy applications was not widespread and that in general people are simply not aware of the costs, benefits, usefulness and reliability of these technologies.

- **Taxes and import duties**

As in many other developing countries, renewable energy systems and components are considered luxurious products and therefore charged very high import duty. Sometimes, tax exemptions are limited to equipment, which is imported in the framework of co-operation projects, public projects, programs, or the activities of Non-Governmental Organizations (NGOs). This is of course unfavorable for commercialization of RETs applications.

- **Financial barriers**

Most banks and other financial institutions regard renewable energy projects as risky investments. Experience in several countries indicate that a guaranteed market for the energy produced, with perhaps a premium price for some initial period, can be a powerful stimulus in obtaining investment capital since it reduces the uncertainty of project viability;

- **Technical barriers**

The unavailable some spare parts and after sales services, the unreliability of some components are recognized as main technical barriers.

5. Conclusion and recommendations

Renewables are still in the process of building up the substantial track record necessary to prove their cost-effectiveness, reliability and maintainability in commercial markets. Until they have built up such a record, they will not be regarded as a mature energy source by the energy supply industries and financial institutions. R & D and demonstration therefore has to continue and be strengthened.

Renewables remain more expensive in terms of cost of energy delivered than conventional fuel and power sources in most markets. The competitive position of renewable is improving through research, development, demonstration and market simulation programs. The competitive position of renewables would improve if policies to incorporate environmentally and price of energy supply and use were adopted internationally and price subsidies withdrawn. Such policies would have a direct and immediate effect on investment decisions in energy plant and infrastructure.

The following are some recommended actions that can be taken to remove the different barriers:

Economical / Financial

- Creation of new financial schemes for the RETs applications components and systems.
- Modifying the taxes and duties for the components and / or materials needed for RE systems.
- More government-supported market incentives to encourage further commercial development and deployment RE technologies are needed to help overcome market reluctance to invest in RE systems.

Technical

- Setting rules and legislation for quality assurance, standardization, certification for all the RE components and systems.
- Manufactures / suppliers / agents should have their representatives and centers near the consumers and between them.

Information and Awareness:

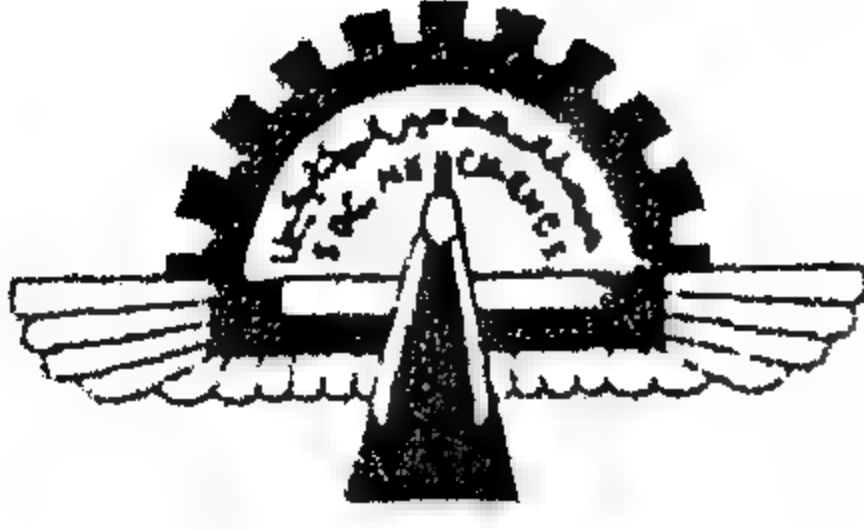
Development of effective public awareness and promotion programs such as demonstrating systems, some printed materials (leaflets, brochures... etc), training courses, seminars, presentations and workshops for targeted users, small-scale laboratories in schools and universities.

Donor support:

The support of the international organizations is urgently needed especially for setting monetary values for emission's reduction to subsidize RETs.

REFERENCES

- [1] "Renewable energy, power for a sustainable future", by Godfrey Boyle, Oxford University press, 1996.
- [2] "World Energy Assessment", energy and the challenge of sustainability" UNDP, UNDESA, WEC, Sept.2000.
- [3] "Cost Reduction study for solar thermal power plants", Enermodal, 1999.
- [4] "Potential for solar drying in the world", Vosker,R.G.J.H., and S. Carpenter, 1999.
- [5] ETSU, and DTI 1999. New and renewable energy: prospects in the UK for the 21st Century – Supporting Analysis.Harwell.
- [6] New and Renewable Energy Authority, Ministry of Electricity and Energy, Egypt, "Country Profile", 2000.
- [7] H. A. Gomma, "National strategy for biomass energy in Egypt", National forum on biomass energy, Cairo, Nov. 1999.
- [8] Renewable energy resources: opportunities and constraints 1990-2020, World Energy Council, 1993.
- [9] "Renewable energy technologies (RETs), opportunities and barriers, Egypt country study, NREA & UNEP, Cairo 2000.



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية في خدمة المشروعات القومية والتنمية

1/3/4

تكنولوجيا تطهير الصحراء الغربية من
الالغام وتنمية المساحات التي تشغلها

لواء مهندس / فتحى قوزمان

محتويات البحث

- أولاً : مقدمة
- ثانياً : حجم مشكلة الألغام فى الصحراء الغربية
- ثالثاً : الجهود التى بذلتها القوات المسلحة لحل هذه المشكلة
- رابعاً : الجهود التى بذلتها وزارة الخارجية فى هذا المجال
- خامساً : جهود الاتحاد البرلماني الدولي
- سادساً : الجهود التى بذلها المهتمون بهذه المشكلة
- سابعاً : المساعدات التى قدمت فى بعض الدول
- ثامناً : التوصيات
وتأثير الألغام على تنمية المنطقة

تطهير الصحراء الغربية من الألغام وتنمية المساحات التى تشغلها

محتويات البحث

أولا : مقدمة :

لقد شهد مسرح العمليات بالصحراء الغربية أهم معارك الحرب العالمية الثانية بين قوات المحور وقوات الحلفاء التى إمتدت من السلوم حتى برج العرب وإنتهت بمعركة العلمين التى إنتصرت فيها الحلفاء والتى تعتبر المعركة الحاسمة فى الحرب العالمية الثانية فى شمال أفريقيا ، وليس صحيحا ما يتصوره البعض من أن حقول الألغام ومخلفات الحرب العالمية الثانية مركزة فى منطقة العلمين فقط بل أنها تنتشر فى مناطق السلوم ، سيدى برانى ، مرسى مطروح ، العلمين ، رأس الحكمة ، وتتعدد أنواع وأحجام الألغام المزروعة بمناطق الصحراء الغربية بتعدد القوات التى شاركت فى هذه المعارك .

ومما لا شك فيه أن مصر تعتبر من أكثر دول العالم تضرراً من الألغام ومخلفات الحروب حيث إن بها ٢٢ مليون لغم / دانة (هذا الرقم تم اعتماده فى مؤتمر جنيف ١٩٩٥م) من إجمالى ١٠٢ مليون لغم مزروعة فى ٦٥ دولة فى العالم طبقا للتقرير الصادر بمعرفة مكتب التخلص من الألغام التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية وبذلك فإن فى مصر حوالى ٢١% من الألغام الموجودة فى العالم .

ثانيا : حجم مشكلة الألغام من الصحراء الغربية

إن إجمالى مساحة مناطق حقول الألغام فى الصحراء الغربية حوالى ٢٨٧ ألف هكتار ويقدر حجم الألغام ومخلفات الحرب بها وقتئذ حوالى ٢٢ مليون لغم وقنبلة ودانة ، وأصبحت المساحة الآن حوالى ٢٤٨ ألف هكتار ويقدر حجم الألغام ومخلفات الحرب فيها ١٦,٧ مليون لغم وقنبلة ودانة .

ولا تقتصر المشكلة على الحجم الكبير من المساحات والألغام المطلوب إزالتها بل إن هناك مشكلة رئيسية أخرى وهى صعوبة اكتشاف هذه الألغام حيث أنه بعد مرور أكثر من ٥٠ عاماً فإن العوامل الجوية أثرت على مناطق الألغام فنجد أن السيول وعوامل التعرية قد جرفت بعض هذه الألغام الى مناطق أخرى وهو ما أدى الى وجود مساحات مشبوهة خطرة ، كما أن بعض هذه المناطق غطتها الكثبان الرملية بارتفاعات مختلفة مما يجعل عملية اكتشاف الألغام بها أمراً بالغ الصعوبة .

هناك أيضا مشكلة أخرى تواجه القائمين بأعمال التطهير وهى أنه بمرور الوقت زادت حساسية الألغام وهو ما يؤدى الى خطورة حقيقية على الأفراد القائمين بالازالة .

كما توجد مشكلة عدم وجود تسجيلات دقيقة لحقول الألغام .

ثالثاً : الجهود التي بذلتها القوات المسلحة لحل هذه المشكلة .

بعد حرب عام ١٩٧٣م لم يكن هناك تركيزاً كبيراً على إزالة الألغام في الصحراء الغربية وكان الاتجاه مركزاً في الاتجاه الشمالي الشرقي ، وفي عام ١٩٨١م وضعت القوات المسلحة خطة لبدء تطهير حقول الألغام ومخلفات الحرب في الاتجاه الاستراتيجي الغربي (الصحراء الغربية) لتخدم خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية للدولة في تلك المنطقة .

ونظراً لقلّة المعلومات عن حقول الألغام ومخلفات الحرب الموجودة في الصحراء الغربية دعت القوات المسلحة الدول التي وضعتها وهي فرنسا وألمانيا وإيطاليا وأمريكا وإنجلترا حيث أنهم كانوا يمثلون دول الحلفاء لعقد مؤتمر في فبراير ١٩٨٣م واستمر هذا المؤتمر خمسة عشر يوماً وأسفر عن حصول القوات المسلحة من إنجلترا على عدد سبعة رسم كروكي لحقول الألغام وليس خرائط وحصلت من إيطاليا على مجموعة كروكيات أعمال قتال وهي تمثل مناطق مشبوهة بها دانات وقنابل لنكون حذرين في التجول أو التعامل مع هذه المناطق ، كما حصلت على مجموعة كتب تمثل كيفية رصد حقول الألغام ونوع الألغام للمساعدة في إزالة تلك الألغام وكان نتيجة جهود الهيئة الهندسية بالقوات المسلحة خلال الفترة من عام ١٩٨١م وحتى عام ١٩٨٨م تطهير مساحة ٣٨,٧ ألف هكتار وتم إزالة ٢,٩٧ مليون لغم وهي تتمثل في تطهير حقول الألغام في منطقة العلمين من الساحل الشمالي حتى جنوب الطريق الساحلي لمسافة ١٠٠م وتطهير مدينة مرسى مطروح ومدينة السلوم .

وقد قامت القوات المسلحة بالبدء في تنفيذ خطة التطهير بالصحراء الغربية من خلال بعض مشروعات التطهير بالصحراء الغربية من خلال بعض مشروعات التطهير لصالح التنمية مثل :-

- تطهير منطقة إستصلاح أراضي جنوب العلمين بمساحة " ٢٦ " ألف هكتار لصالح الهيئة العامة لمشروعات التنمية الزراعية .
- تطهير مساحة " ٧ " آلاف هكتار بالساحل الشمالي بالعلمين لصالح وزارة التعمير .
- تطهير مسار ترعة الحمام بمساحة " ١٣ " ألف هكتار لصالح وزارة الأشغال .
- تطهير مساحة " ٣٥ " ألف فدان بالعلمين لصالح الهيئة العامة لمشروعات التعمير والتنمية الزراعية .
- تطهير مسار طريق وادي النظرون / العلمين بمساحة " ٣ " آلاف هكتار .
- تطهير مسار أنابيب بترول من الاسكندرية حتى السلوم .

وبناء على توجيهات القيادة السياسية لوزارة الدفاع والانتاج الحربي تقوم القوات المسلحة بتنفيذ خطة قومية لازالة الألغام من الصحراء الغربية من عام ١٩٩٩ حتى عام ٢٠٠٦م .

وهي تحتاج الى جهود ومساعدات جميع الدول التي شاركت في الحرب العالمية الثانية .

وتؤكد اللجنة على أن القوات المسلحة قادرة على تطهير الصحراء الغربية بجمهورية مصر العربية من الألغام وليست في حاجة الى معونات فنية ولكنها في حاجة الى :-

- معونة مادية تتمثل في حوالى ٢٥٠ مليون دولار
- مكتشفات الغام حديثة قادرة على الكشف عن الألغام فى عمق أكثر من واحد متر .
- معدات ميكانيكية متطورة فى مجال تطهير الألغام .
- اجراء عمليات تصوير (حرارى - اشعاعى - ليزر) لمسرح عمليات الحرب العالمية الثانية لتأكيد حدود المناطق الملوثة .
- عربات اسعاف مجهزة لاسعاف المصابين من العاملين بالتطهير .

رابعاً : الجهود التى بذلتها وزارة الخارجية فى هذا المجال

تعتبر قضية الألغام الارضية المتخلفة عن الحرب العالمية الثانية من القضايا التى توليها وزارة الخارجية اهمية بالغة وتكرس لها جهداً ووقفاً كبيراً من منطلق عرض ابعاد القضية على المستوى الداخلى والمجتمع الدولى بقية الحصول على أكبر قدر من المساعدات الدولية لتطهير المناطق المنكوبة بالصحراء الغربية وذلك لتحقيق التوسع الاقتصادى والتموى الأفقى والسياحى ، وفى هذا الإطار ومن منطلق الاهمية البالغة لقضية الألغام ، فقد طرقت وزارة الخارجية عدة قنوات اتصال على النحوالتالى :-

١- على المستوى الداخلى تقوم وزارة الخارجية بالتعامل مع مشكلة الألغام بالصحراء الغربية من خلال لجنة قومية شكلتها الوزارة يمثل فيها جميع الجهات المعنية بهذه القضية القومية ، وتجتمع هذه اللجنة بصفة دورية لتناقش المستجدات وتحدد الطلبات وتقدمها الى الدول التى شاركت فى الحرب العالمية الثانية للمساعدة فى ازالة الألغام كما تقوم وزارة الخارجية بالتنسيق مع وزارة الدفاع لكى تطالب تلك الدول باستكمال الخرائط وامداد مصر باجهزة خاصة بتصوير مواقع الألغام مثل التصوير الرادارى والحرارى والليزرى وامداد مصر بمكتشفات الألغام الحديثة والمتطورة وارسال الخبراء لإعطاء الدورات التدريبية الخاصة بازالة الألغام واستقبال وتقديم المساعدات اللازمة لعملية التطهير .

٢- على المستوى الثنائى فإن وزارة الخارجية تقوم باجراء اتصالات مع الدول المعنية سواء من خلال المشاورات الرسمية المباشرة أو من خلال سفارتنا للخارج لحث هذه الدول على الاستجابة للمطالب المصرية العادلة لإزالة الألغام وضرورة تحمل تلك الدول لمسئوليتها الدولية فى تطهير الألغام التى زرعتها فى الاراضى المصرية خلال عملية الحرب العالمية الثانية .

٣- على المستوى الدولى فقد قامت وزارة الخارجية بعرض مشكلة الألغام فى مصر خلال المؤتمرات الدولية للأمم المتحدة فى دورات الجمعية العامة للأمم المتحدة وكذلك مؤتمرات جنيف الأربعة لإزالة الألغام فى يوليو ١٩٩٥ م ويناير ١٩٩٦ م ، وآخرها مؤتمر أوتاوا بكندا فى أكتوبر ١٩٩٦ م .

وقامت وزارة الدفاع باعداد كتيب يتضمن بالشرح والصور مشكلة الألغام فى جمهورية مصر العربية تحت اسم مأساة الألغام فى مصر .

خامسا : جهود الاتحاد البرلمانى الدولى

أولى الاتحاد البرلمانى الدولى قضية الألغام اهتماما كبيرا واصدر بشأنها بعض القرارات الهامة مثل القرار الصادر عن المؤتمر التسعين للاتحاد البرلمانى الدولى (كانبيرا - استراليا فى سبتمبر ١٩٩٣ م) بشأن احترام القانون الدولى الانسانى ومساندة العمل الانسانى اثناء النزاعات المسلحة ، والقرار الصادر عن المؤتمر الثالث والتسعين (مدريد - اسبانيا - مارس - ابريل ١٩٩٥ م) بعنوان المجتمع الدولى فى مواجهة التحديات التى تفرضها النكبات الناشئة عن النزاعات المسلحة والكوارث الطبيعية أو التى صنعها الانسان ، والقرار الصادر عن المؤتمر السادس والتسعين (بكين سبتمبر ١٩٩٦ م) بعنوان الحظر للألغام المضادة للأفراد والحاجة لإزالة الألغام لأغراض انسانية ، وأخيرا القرار الصادر عن المؤتمر الثانى بعد المائة (برلين أكتوبر ١٩٩٩ م) بعنوان مساهمة البرلمانات فى تأكيد احترام وتأييد القانون الدولى الانسانى فى الذكرى الخمسين لاتفاقيات جنيف الأربعة . هذا بالإضافة الى القرارين اللذين أصدرهما مجلس الاتحاد فى العيد الخمسين لإنشاء الأمم المتحدة (نيويورك أغسطس ١٩٩٥ م) ، وقراره فى الدورة ١٥٧ لمجلس الاتحاد (بوخارست أكتوبر ١٩٩٥ م)

وقد قامت الشعبة البرلمانية المصرية باعداد مذكرات ومشروعات قرارات فى كافة النشاطات السابقة ، وأسهمت بفاعلية فى المناقشات والمداولات التى دارت حول موضوع الألغام .

سادسا : الجهود التى بذلها المهتمون بهذه المشكلة مكافحة الألغام :

قام بعض المهتمين بإزالة الألغام من الصحراء الغربية بالاتصال بوزارة الخارجية المصرية لحثها على الاتصال بالدول المسنولة عن زرع هذه الألغام والعمل على ازالتها بمعرفتها مع تحمل نفقات الإزالة كما تلتزم بتعويض ضحاياها فضلا عن تعويض مصر عن حرمانها من ممارسة حقوقها على ١٠% من أراضيها التى تعتبر فى حكم المحتلة من الدول الثلاث بالغامها لسنوات طويلة منذ الحرب العالمية الثانية وحتى الآن فاستحال على مصر استغلالها اقتصاديا وسياحيا ، والاستفادة من ثرواتها الطبيعية ما يزيد على نصف قرن من الزمان وقد أثار هؤلاء مشكلة الألغام المتخلفة عن الحرب العالمية الثانية فى العديد من المحاضرات واللقاءات التى دعى اليها فى وزارة الخارجية وفى الجامعات وفى لجان مجلس الشعب والنوادي والسفارات والبرامج التليفزيونية محلية وأجنبية وفى رد من السيد/ كوفى عنان أمين عام الأمم المتحدة على رسالة وجهها له أحد هؤلاء المهتمين بخصوص هذه المشكلة .

وإن هؤلاء المهتمون مازالوا يتصلون ببعض المسئولين فى الدول الثلاث لحثهم على المساهمة فى إزالة هذه الألغام .

كذلك يقوم مركز مكافحة الألغام من خلال الرصد والتوثيق الذى يقوم به لحالات الاصابات التى تحدث نتيجة انفجار تلك الألغام بتقديم خدماته للمصابين ولأهالى الضحايا فى حدود إمكانياته وبرامجه المتخصصة ، كل حالة حسب طبيعة ظروفها .

كما يناشد المركز المؤسسات والهيئات المحلية والاقليمية والدولية تقديم كل عون لهؤلاء الضحايا طبقا للبرامج المتخصصة التي تقدم لهم وتساعدهم على التكيف مع ظروف اصابتهم ومنع المزيد من هؤلاء الضحايا بمحاصرة هذا الخطر الجاثم فى الاراضى المصرية .

سابعاً : المساعدات التى قدمت من بعض الدول للمعاونة فى حل هذه المشكلة :

وقد أسفرت الجهود التى بذلتها وزارتى الدفاع والانتاج الحربى والخارجية وبعض المهتمين بهذه المشكلة والمساعدى الدولية والاتصالات الدبلوماسية مع الدول التى شاركت فى الحرب العالمية الثانية للعمل على ازالة الألغام المتخلفة عن هذه الحرب إلى الآتى :-

الجانب البريطانى :

قام بتقديم منحة خلال عام ١٩٩٦ م تقدر بمبلغ نصف مليون جنيه استرلينى تم استخدامها فى شراء عدد ٧٥ مكتشف ألغام من الأجيال المتقدمة من هذا النوع من المكتشفات ومازالت الاتصالات مستمرة للحصول على مزيد من المساعدات .

الجانب الايطالى :

قامت إيطاليا بإستضافة عدد ٢٠ ضابط لتدريبهم على ازالة الألغام لمدة ثلاثة أسابيع عام ١٩٩٤م ومازالت الاتصالات مستمرة للحصول على مساعدات أخرى .

الجانب الألمانى :

قام بتقديم منحة خلال عام ١٩٩٨م تقدر بمبلغ مليون مارك تم استخدامها فى شراء ١١٠ مكتشف ألغام من الأجيال المتقدمة تكنولوجيا .

الجانب اليابانى :

أعلنت اليابان عن مبادرة تقوم على أساس تخصيص عشرة بلايين ين يابانى على مدار خمس سنوات للدول المنكوبة بالألغام وذلك فى إطار مساعدات ثنائية ودولية من خلال المنظمات الدولية أو الاقليمية ، هذا وقد تم الاتصال بالجانب اليابانى من خلال السفارة المصرية فى طوكيو للتنسيق حيث أبدى الجانب اليابانى ترحيبه بالمساعدة فى عمليات ازالة الألغام فى منطقة الصحراء الغربية .

الجانب الفرنسى :

فى ضوء ما قامت به الخارجية من الاتصالات مع الاتحاد الأوروبى فقد أعلنت فرنسا نيابة عن الاتحاد الأوروبى عن استعداد الاتحاد لتقديم ١,٥ مليون وحدة نقد أوروبية (ايكو) للمساعدة فى عمليات تطهير الألغام على أن يتم ذلك فى إطار مشروع تنموى فى منطقة الصحراء الغربية وقد رحبت مصر بهذا الاقتراح وقدمت وزارة الزراعة المصرية مشروع زراعى وجارى متابعة الأمر مع الحكومة الفرنسية .

الجانب الكندي :

أبدت كندا الرغبة فى تقديم المساعدات فى عمليات ازالة الألغام الأرضية فى الدول المنكوبة ، وذلك فى ختام مؤتمر أوتاوا للتوقيع على إتفاقية حظر الألغام الأرضية وبناء على هذه المبادرة حضر القائم بالأعمال الكندى الى وزارة الخارجية المصرية للاستفسار عن طبيعة المشكلة المصرية والاحتياجات اللازمة لازالة الألغام وكذلك اعداد الضحايا وقدمت مصر عرضا شاملا لأبعاد مشكلة الألغام الأرضية فى الصحراء الغربية ومازالت الاتصالات مستمرة للحصول على مساعدات من الجانب الكندى فى هذا الإطار .

وقد رأت اللجنة أن ما قدم من مساعدات سواء فى صورة مكتشفات ألغام أو فى صورة تدريب لبعض الضباط رغم الجهود الكبيرة التى بذلت من خلال وزارتى الدفاع والخارجية وجهود الاتحاد البرلمانى الدولى أو بعض المهتمين بهذا الموضوع تعد مساعدات ضئيلة جداً اذا ما قورنت بالتكاليف الفعلية لازالة الألغام الأرضية فى الصحراء الغربية والتى تقدر بما يزيد عن ٢٥٠ مليون دولار أمريكى وبالتالى :

فإن هذه المساعدات لم ترق الى الحد الذى يمكن معه الاستفادة من تلك المناطق الشاسعة بالمنطقة الغربية فى مشروعات التنمية الزراعية والصناعية والسياحية التى تعود على البلاد بالخير وتسهم فى التغلب على مشكلة البطالة التى تعاني منها مصر والتى يمكن معها تجنب المواطنين خطر انفجار هذه الألغام وما تسببه من خسائر فى الأرواح .

ثامنا : توصيات :

- ١- أن تقوم الخارجية المصرية ووسائل الإعلام الرئيسية والمسموعة والمقروءة بإثارة موضوع الألغام الأرضية فى الصحراء الغربية وما تسببه من مخاطر فى جميع المحافل الدولية من خلال جميع مؤسسات الدولة التنفيذية والشعبية لحث الدول التى شاركت فى الحرب العالمية الثانية لتوفير الخرائط الدقيقة عن مواقع الألغام والمساهمة الفعلية فى توفير الدعم المالى والمعدات التكنولوجية اللازمة لازالة الألغام الارضية فى الصحراء الغربية .
- ٢- استمرار مجلس الشعب المصرى عن طريق شعبته البرلمانية فى إثارة موضوع مشكلة الألغام الأرضية بالصحراء الغربية فى الاتحاد البرلمانى الدولى ، والعمل على وضع مصر على خريطة العمل الدولية لمكافحة الألغام .
- ٣- العمل على نشر برامج التوعية بمختلف أنماطه القانونية والصحية لتبصير المواطنين بمنطقة الصحراء الغربية وتجنب الاقتراب من مناطق الألغام بها . وأن تقوم القوات المسلحة بوضع علامات إرشاد وتسوير حقول الألغام أو المناطق الخطرة بأسلاك شائكة لتجنب وقوع الحوادث وكذلك العمل على تأمين جانبي الطرق بتلك المنطقة .
- ٤- ولما كانت القوات المسلحة المصرية قادرة على تطهير الألغام الأرضية اذا ما توافر لها الدعم المالى اللازم فإن توصى الحكومة بتوفير التمويل المالى اللازم لازالة الألغام الارضية بالصحراء الغربية حتى يمكن الاستفادة من تلك المنطقة التى لو تم تطهيرها لتمكنت مصر من إقامة مشروع ضخم يوازى المشروعات الكبيرة كمشروع توشكى وشرق قناة السويس وغيرها .

تقرير مجموعة التخطيط بالاجتماع السادس

للجنة الإشراف علي إزالة الألغام

يوم السبت ١١/١١/٢٠٠٠

تنفيذا لآليات المخطط الإقليمي لتنمية الساحل الشمالي حتى عام ٢٠١٧ والصادر بقرار اللجنة الوزارية العليا الخاصة بتنمية الساحل الشمالي الغربي رقم (٢٣٤٧) بتاريخ ١٩٩٩/٦/٢١ وباستغلال الإمكانيات المتاحة والكامنة بالمنطقة ، وبالتنسيق مع الجهات المعنية تمت الدراسة المبدئية للمشروعات التنموية للساحل الشمالي الذي علي النحو التالي:

أولا : مشروعات تنمية الزراعية

١ - مشروع امتداد ترعة الحمام (زراعة مروية)

أ - المساحة : ١٤٨٠٠٠ فدان

٣١٠٠٠ فدان مطهرة

١١٧٠٠٠ فدان مطلوب تطهيرها

ب - أسلوب التنمية : تقسيم المنطقة إلي مساحات بكل منها ٥٠٠٠ فدان

ج - تكاليف التنمية : (علي خمسة سنوات) ١٩٦٨٠٠٠٠ جنيها

د - التكاليف الإجمالية : ٥٨٢٥٢٨٠٠٠ جنيها

هـ - العمالة :

المشروع يوفر ١٠٠٠ فرصة عمل (٦٠٠٠ نسمة مباشرة وغير مباشرة

و - العائد النقدي السنوي : ١٠ مليون جنيها إنتاج مباشرة لكل ٥٠٠٠ فدان

بواقع ١٥٠٠ جنيه لكل نسمة

ز - يضاعف الإنتاج بعد الثلاثة سنوات الأولى

ح - سيتم استهلاك الأصول خلال عشرة سنوات

ط - العائد غير المباشر

- تنمية العلاقات التسويقية مع المناطق المجاورة

- إنشاء قاعدة بيانات للاستثمار علي مساحة ١٤٨٠٠٠ فدان

٢ - مشروع الزراعة المطرية جنوب سيدي براني

تصل المساحة التي يمكن زراعتها مطريا في الساحل الشمالي الغربي إلى ٣ مليون فدان ،
(لا أنه يتم استغلال مساحة نصف مليون فدان جنوب سيدي براني للزراعة المطرية .

أ - المساحة ٥٠٠ ٠٠٠ فدان (٢١٠ ٠٠٠ هكتار)

٣٧٥ ٠٠٠ فدان (١٥٧٠٠٠ هكتار) فدان مطهرة

١ ٢٥ ٠٠٠ فدان (٥٢ ٥٠٠ هكتار) مطلوب تطهيرها

ب - أسلوب التنمية : تقسيم المنطقة إلى مساحات كل منها ١٠ ٠٠٠ فدان

ج - تكاليف التنمية : (علي خمسة سنوات) ١٦ ٠٦٤ ٠٠٠ جنيها

د - التكاليف الإجمالية : ١٦ ٠٦٤ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

هـ - العمالة :

المشروع يوفر ٢٥٠ فرصة عمل (١٢٥٠ نسمة) لكل ١٠٠٠٠ فدان

و - العائد المباشر :

رفع حمولة المرعي من ١٠ فدان للرأس إلى ٢ فدان للرأس وبالتالي زيادة

عدد الحيوانات في موقع المشروع من ٥٠٠ رأس تربية إلى ٢٥٠٠ رأس

ز - العائد غير المباشر :

- إعداد قاعدة بيانات بالمنطقة

- توفير الخدمات للمساحات المجاورة الإمداد - وتوفير الميكنة

- الإرشاد الزراعي - التدريب - نقل التقنيات

ثانيا : مشروعات التنمية السياحية

١ - مركز العلمين الخدمي السياحي

أ - المساحة : ٧٥٠ ٠٠٠ م٢

٣٠٠ ٠٠٠ م٢ مطهرة

٤٥٠ ٠٠٠ م٢ مطلوب تطهيرها

ب - عناصر المشروع :

- فندق ٤ نجوم يقوم بطاقة ٣٠٠ غرفة

- ١٠٠ فيلا نماذج مختلفة

- ملعب جولف ١٨ حفرة

- مرافق وخدمات

ح - التكاليف الاستثمارية ١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

د - مدة التنفيذ ٦ سنوات

هـ - فرص العمالة ٦٠٠ فرصة عمل

٢ - مركز سياحي خدمي في مطروح

أ - المساحة : ١٠٠٠ ٠٠٠ م٢

مظهرة ٢ م ٨٠٠ ٠٠٠

غير مظهرة ٢ م ٢٠٠ ٠٠٠

ب - عناصر المشروع :

- فندق أربعة نجوم بطاقة ٣٠٠ وحدة

- ٢٠٠ وحدة إسكان

- مدرسة فندقية

- مركز بدوي بيئي

- ملعب جولف ٩ حفرة

- جيمنزيوم

- مدينة أوليمبية

- مضمار سباق الهجن والخيول

- نقطة بداية ونهاية رحلات القاهرة السفاري

- التكاليف الاستثمارية ٨٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

- مدة التنفيذ ١٠ سنوات

- فرص العمالة ١٢٠٠٠ فرصة عمل

ثالثا : تطوير المطارات

١ - مطار مرسى مطروح

- المساحة المطلوبة ٣٦ كم٢

- التكاليف ٨٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

٢ - مطار سيدى برانى

- المساحة المطلوبة ٣٦ كم

- التكاليف جاري الدراسة

رابعاً : الطريق الدولي المقترح

- التكاليف

١٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

خامساً : التنمية العمرانية

١ - مشروع امتداد ترعة الحمام

تحدد أماكن التجمع العمراني في كل خمسة آلاف فدان من
الأراضي التي تصلح للزراعة حيث أن كل خمسة أفدنة
توفر فرصة عمل واحدة ،

- عدد الأسر ١٠٠٠ أسرة

- عدد الأفراد ٥٠٠٠ فرد

- تكاليف الإسكان والبنية الأساسية ٢٠ ٠٠٠ ٠٠٠

- إجمالي تكاليف لمساحة ١٤٨ ٠٠٠ فدان

حوالي ٢ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

(٢ مليار جنيها)

٣ - مشروع الزراعة المطرية

طبقاً للدراسة المقدمة من معهد بحوث الصحراء فإن كل ٤٠ فدان توفر فرصة عمل
واحدة فيكون كل عشرة آلاف فدان توفر ٢٥٠ فرصة عمل ،

- عدد الأسر ٢٥٠ أسرة

- عدد الأفراد ١٢٥٠ فرد

- تكاليف الإسكان والبنية الأساسية ٥ ٠٠٠ ٠٠٠ جنيها

- إجمالي تكاليف لمساحة ٣ مليون فدان

١٥٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

(حوالي ١,٥ مليار جنيها)

سادسا : ملخص التكاليف الاستثمارية

أولا : تنمية زراعية

١ - زراعة مروية	٥٨٢٥٢٨ ٠٠٠ جنيها
٢ - زراعة مطرية	١٦٠٦٤٠٠ ٠٠٠ جنيها

ثانيا : تنمية سياحية

١ - مركز العلمين الخدمي السياحي	١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠
٢ - مركز سياحي خدمة في مطروح	٨٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

ثالثا : المطارات

١ - مطار مرسى مطروح	١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠
٢ - مطار سيدي براني جاري الدراسة	
رابعاً : الطريق الدولي المقترح	١ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠
بطول ٥٠٠ كم	

خامسا : تنمية عمرانية

١ - زراعة مروية	٢ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠
٢ - زراعة مطرية	١٥٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠

٧٦٨٨٩٢٨٠٠٠

فقط سبعة مليار وستمئة ثمانية وثمانون ألف وتسعمائة ثمانية وعشرون ألف جنيها

المنظر الشهي والساحل الشهي الغري

وزارة الاسكان والمرافق والمجمعات العمرانية الهيئة العامة للتخطيط العمرانى

لجنة الاشراف على ازالة الالغام

استراتيجية تنمية الساحل الشمالي الغربي



البحر 0 100 كم

☆ مطارات

الطريق الدولي
المقترح



تنمية زراعة مطرية

تنمية سياحية ساحلية

تنمية مناطق سياحية

محمية العميد

مناطق الغمام

تنمية زراعة مروية



مراكز عمرانية قائمة

مقترح تأكيدها كمرکز اقليم

مراكز عمرانية قائمة

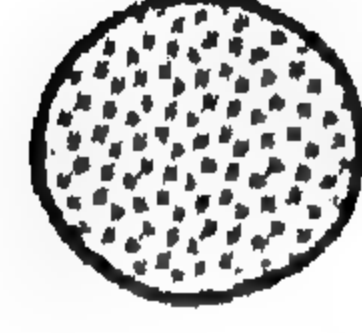
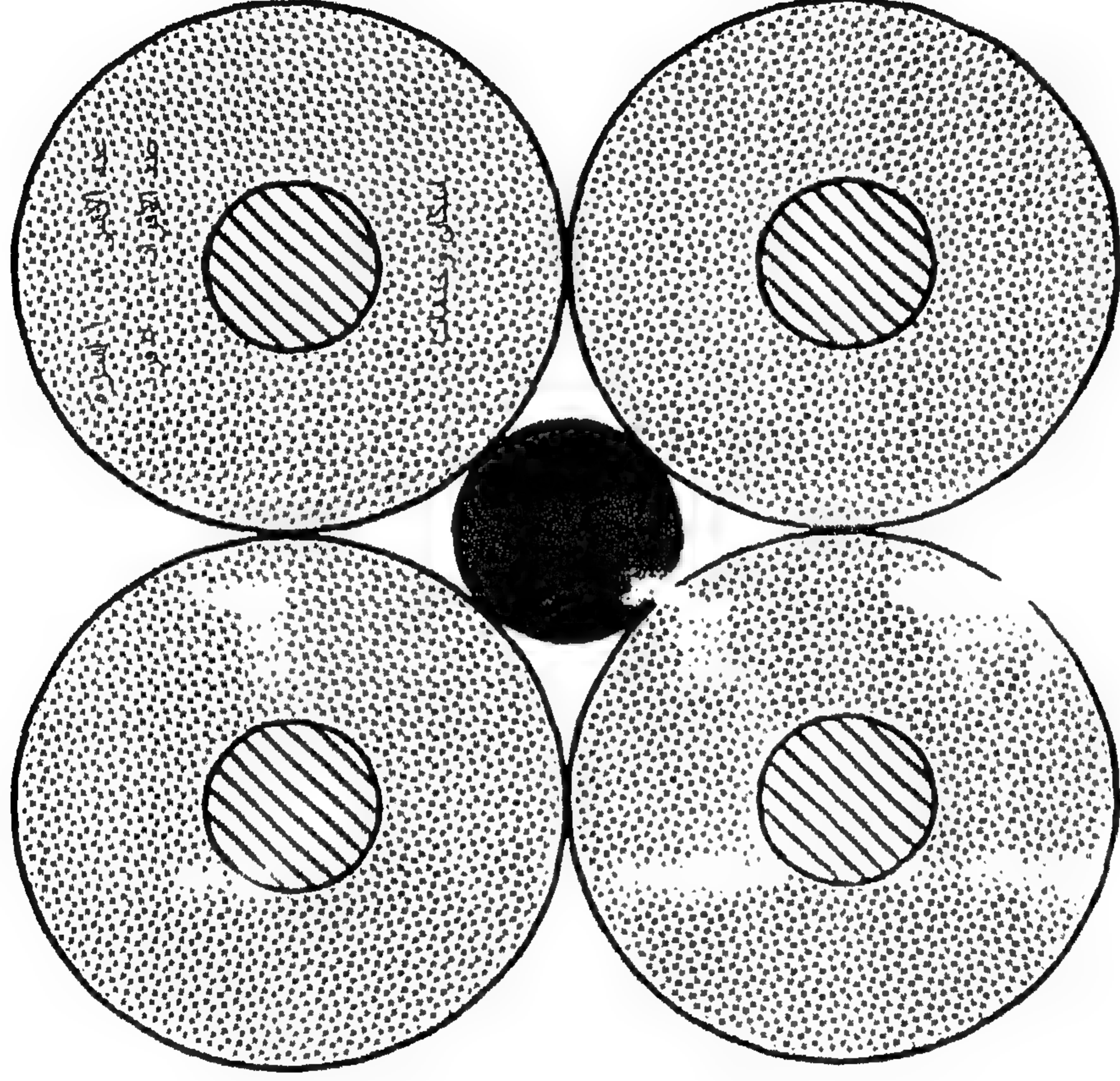
مقترح تأكيدها كمرکز اقليم فرعية

مراكز عمرانية قائمة

مقترح تأكيدها كمرکز اقليم تنمية



الزراعة المروية



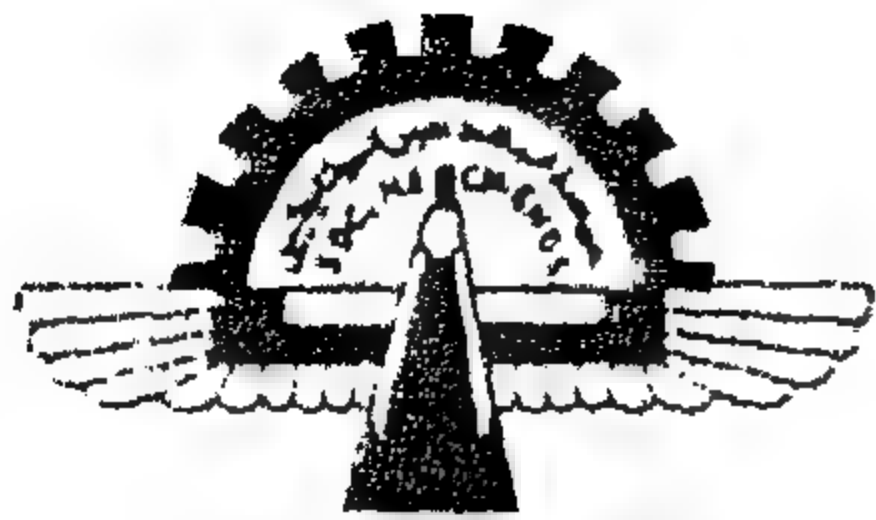
تجمع ٥٠٠٠٠ فدان



مركز خدمات رئيسي

(مدرسة تعليم أساسي - خدمات تجارية - خدمات صحية - خدمات ترفيهية - خدمات





جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية في خدمة المشروعات القومية والتنمية

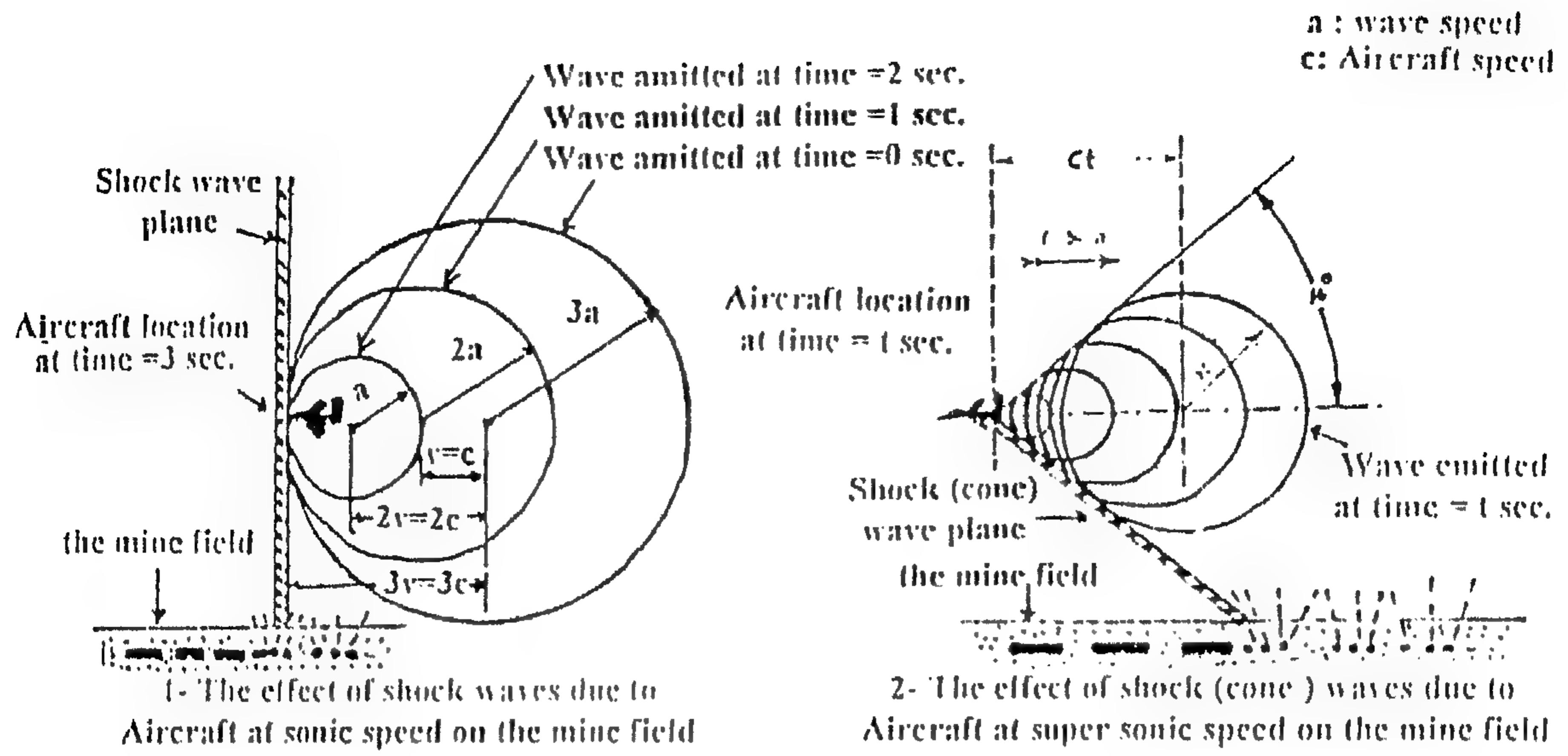
2/3/4

استخدام الموجات الصدمية المنبعثة من الطائرات
الأسرع من الصوت في تطهير حقول الألغام

مهندس / اسماعيل حماد عبد العال

اسم الابن

استخدم الورقة الصغيرة
المنبجعة من الطائر التي الأسرع من
الصوت في تخطيطه



مقدمة:

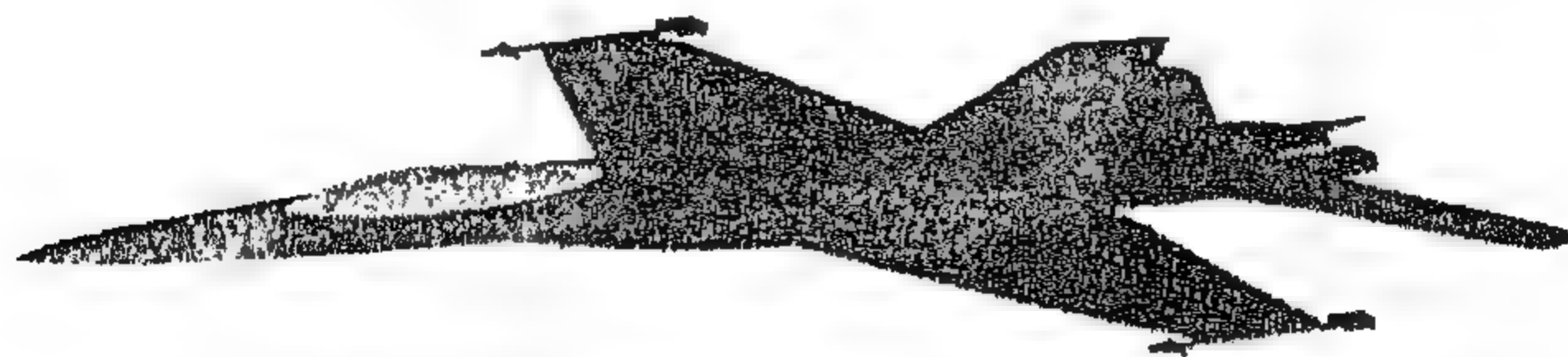
حدائق الشيطان أو ألغام العلمين.. ذلك الكابوس الجاثم فوق أرض مصر منذ ما يزيد على نصف قرن لا ندرى كيف نتخلص منه .. أكثر من 22 مليون لغماً زرعهم روميل فخادت انسحابه و جعلته أشهر من مونتجومري الذى انتصر عليه. خرائط مفقودة .. ألغام تحركت من مكانها بفعل العوامل الطبيعية مع مرور الزمان .. مساحات شاسعة مترامية الاطراف تزيد على 55000 فدان أو 2750 كيلومتر مربع من أفضل الأراضي من حيث الموقع الاستراتيجى الفريد ومن حيث جودة هذه الأراضي مزروعة بالألغام .. آلاف الضحايا فقد بلغ عدد القتلى 8623 قتل بالأنفاس الى مئات المعوقين و المشوهين .. تنمية معطلة .. ميزانيات طائلة و جهود جبارة تبذلها مصر لكننا لم نستطع ان نزعزح رقم الأثنان وعشرين مليون لغماً عن مكانه الا قليلا.

وتعتمد طرق تطهير حقول الألغام على التنقيب و التفتيش عن اللغم فى كل شبر من الارض حتى نجده ثم يتم التعامل معه يدويا بابطال مفعولة ورفع من مكانه أو باستخدام الوسائل الميكانيكية مثل قلب الأرض بما يشبه السكاكين لتفجير ما بها من الغام ، أو باستخدام المتفجرات أو رش غازات خاصة فوق حقول الألغام قابلة للاشتعال فى محاولة لتوليد ضغط يكفى لتفجير ما فى الأرض من الغام.

و هذه الوسائل على الرغم من دقتها الا أنها تتصف بتكلفتها العالية (تحتاج مصر الى 34 مليار دولار لازالة ما بها من ألغام بهذه الطرق) و ما تخلفه ورائها من ضحايا وببطنها الشديد ، فاذا فرضنا أن عدد الألغام التي يمكن التخلص منها بهذه الوسائل يبلغ ألف لغما في اليوم الواحد لاحتجنا الى أكثر من ستون عاما لاتمام التخلص من الاثنان و عشرون مليون لغماً في العلمين وحدها مما يجعل هذه الطرق مناسبة لحقول الغام محدودة المساحات أو التي تحتوى على عدد عاى من الألغام ولكن بخلاف ذلك تحتاج هذه الوسائل الى جوارها لوسيلة أخرى غير تقليدية تتصف بالسرعة الفائقة والقدرة على تطهير مساحات شاسعة فى وقت وجيز وبأقل التكاليف ليتكامل بذلك عامل السرعة مع عامل الدقة لتتشكل فى النهاية منظومة متكاملة لتطهير حقول الغام روميل الشيطانية التي تفنن الألمان فى زراعتها لتبقى معجزة عسكرية تعلن التحدى فى وجه كل من يحاول ازالتها .

وهذا التحدى الذى يشبه المستحيل يذكرنا بالتحدى الذى فرضه علينا خط بارليف فكما ظل خط بارليف يعوق عبورنا الى الضفة الشرقية للقناة و كان يحتاج لتدميرة بالطرق التقليدية الى سلاح المهندسين الامريكى و الروسى و الى القنبلة الذرية كذلك سيظل تحدى حدائق الشيطان قائما الى أن تظهر هذه الوسيلة وهذا الحل الذى يتصف ببساطة الفكرة مع قوة تأثير مدافع المياه على خط بارليف.

وقد يخرج لنا هذا الحل من معامل الاختبار ، فكما انتصر الحلفاء فى حربهم من هذه المعامل بفضل الأبحاث العلمية التي أجراها أينشتين على القنبلة الذرية و التي أجراها "فون براون" على تطوير الصواريخ و التي عجلت بانتهاء الحرب و حسمها لصالح الحلفاء ، نستطيع نحن كذلك و بنفس الطريقة أن ينتصر فى حربنا ضد هذه الألغام لتنتهى بذلك الحرب العالمية الثانية بالنسبة لنا أيضا.



الوصف التفصيلي

تعتمد هذه الطريقة على الاستفادة من الموجات الضغطية التصادمية THE SHOCK المنبعثة من تحرك الأجسام في الهواء بسرعة تفوق سرعة الصوت فـي توفير قوة ضغط هائلة على حقول الألغام لتطهيرها وخاصة تلك الموجات المنبعثة عند اختراق هذه الأجسام لحاجز الصوت.

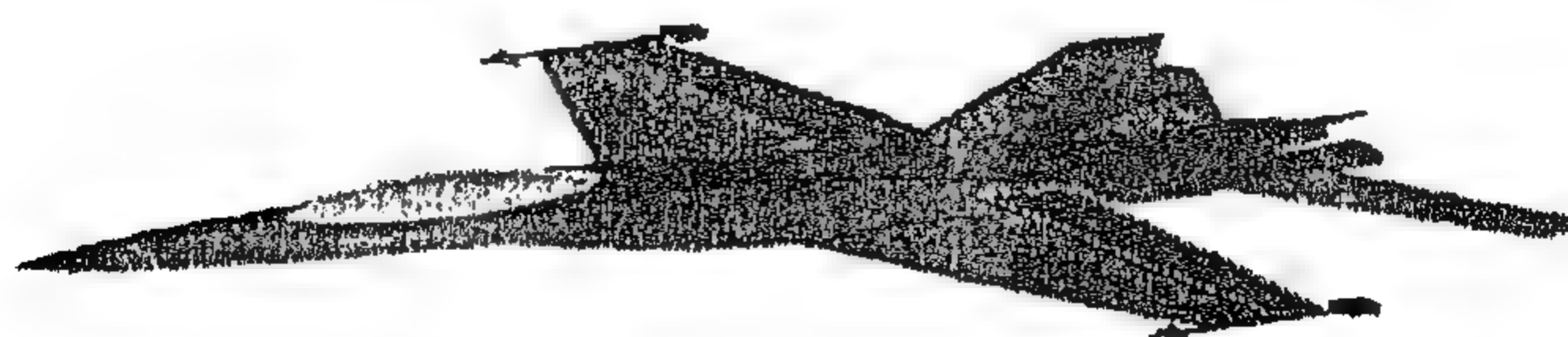
فكما يصدر عن القاء حجر أو مرور سفينة في مياه نهر ساكن من انبعاث موجات متلاحقة من المياه ، كذلك ينتج عن حركة الطائرات في الهواء انبعاث موجات ضغطية SPHERICAL PRESSEUR WAVES تتحرك مع الطائرة و تسير معها في دوائر مركزها الطائرة نفسها وبسرعة تبلغ سرعة الصوت والتي تبلغ 331.1 م/ث عند درجة حرارة الصفر المئوي (تسمى ماخ) ويكون اتجاه تقدم جبهة هذه الموجات الضغطية عموديا على خط سير الطائرة (عموديا على سطح الارض).

فعند طيران الطائرة بسرعة أقل من سرعة الصوت تكون هذه الموجات متباعدة عن بعضها و ضعيفة فلا نشعر لها بأى تأثير وهذه السرعة هى سرعة كل طائرات الركوب المدنية التى تطير فوق المدن (لا تزيد على 0.85 ماخ فى أغلب الاحيان) . ومع زيادة سرعة الطائرة الى سرعة الصوت واختراقها له يزداد اقتراب هذه الموجات من بعضها وتزداد كثافة تركيز هذه الموجات

الضغطية لتصبح موجات صدمية Shock Waves ذات قوة ضغط واصطدام بالأرض كبيرة جداً ، وتتحرك هذه الموجات مع الطائرة وتسير معها وهى ضاغطة على الأرض بقوة عالية جداً وتنتشر لتغطى مساحة كبيرة من الأرض. ويتجلى تأثير هذه الموجات الصدمية القوى والمدمر فى السرعات المحصورة بين 0.95 ماخ الى 1.2 ماخ وهى السرعات المحيطة بحاجز الصوت .

فإذا حلقت الطائرة بهذه السرعة فوق الحقول المزروعة بالألغام ، يتوفر على الحقل قوة ضغط و اصطدام هائلة تكفى لتفجير ما به من الغام و خاصة الألغام القريبة من سطح الأرض والمتوسطة العمق والذي سيؤدى انفجارها الى تنامي وتراكم قوى الضغط على سطح حقل الألغام أى حدوث Pressure built up and pressure accumulation. والذي سيتكفل بالاضافة الى قوة ضغط الموجة الصدمية بتفجير الألغام العميقة التى تراكمت عليها الرمال مع مرور السنين وما يتبع ذلك من انفجار للألغام التى أخذت مع مرور السنين أوضاعاً تختلف عن الوضع التشغيلى الطبيعى لها ولا تستجيب معها للتفجير بالضغط العمودى المباشر عليها . وقد يتبقى نسبة قليلة من الألغام وهى الألغام التى صدئت أو تلفت مع مرور السنين ، فان لم تنفجر المادة المتفجرة الموجودة فى هذه الألغام نتيجة لانفجار كل هذه الألغام المجاورة لها فسيكون من السهل ازالتها عن طريق اكتشافها بالتكنولوجيا المناسبة التى تقوم على اكتشاف اللغم ثم التعامل معه يدوياً أو ميكانيكياً ، فيحدث بذلك التكامل بين عامل السرعة المتمثل فى التطهير باستخدام الموجات الصدمية والتى تصل المساحات المطهرة بها الى مليون متر مربع فى الدقيقة ، وعامل الدقة المتمثل فى استخدام الطرق الأخرى القائمة على الاكتشاف والبحث .

و فيما يلى دراسة تأثير الموجات الصدمية على حقول الألغام عند سرعات و ارتفاعات الطائرة المختلفة:



حساب قوة الموجة الصدمية عند مختلف السرعات والارتفاعات للطائرة

١- تعتمد قوة الموجة الصدمية الناتجة The Shock Wave Strength على العلاقة بين سرعة الطائرة وسرعة تقدم جبهة الموجات الضغطية The Pressur Waves Propagation والتي تتقدم بسرعة تساوى سرعة الصوت . ويمكن حساب قوة الموجة الصدمية من معادلة Rankine – Hugoniot الآتية.

$$\text{The Shock Wave Strength} = \frac{P_2}{P_1} = 1 + \frac{2\gamma}{\gamma + 1} (M^2 - 1)$$

1

WHERE:

P1 : The initial pressure of air (atmosphere pressure) at the Aircraft state.

P2 : The pressure behind the Shock Wave .

γ : The Isentropic Exponent of air and equal 1.4

M : The Aircraft speed in Mach number .

٢- وفى حالة تجاوز سرعة الطائرة لسرعة الصوت ($M > 1$) يميل خط تأثير قوة الموجة الصدمية على الأرض بزاوية (μ) كما فى شكل (٢) ويمكن حساب هذه الزاوية من معادلة The Mack angle equation الآتية :-

$$\mu = \sin^{-1}\left(\frac{1}{M}\right)$$

2

٣- يمكن حساب القوة الدفعية (النبضية) للموجة الصدمية الناتجة The Impulse Function عن طريق علاقة (فانو) الرياضية The Fanno relationship وعن طريق معادلة The Impuls Equation الآتية:

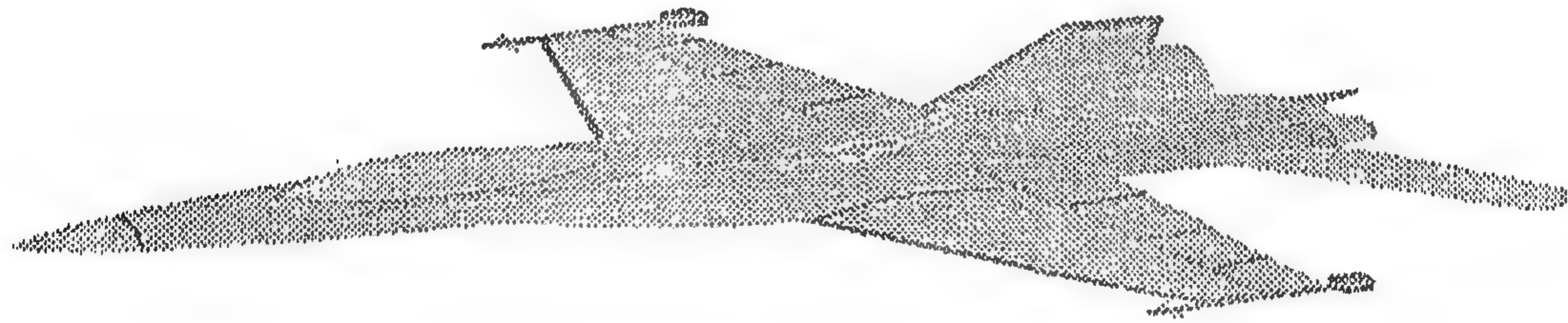
$$\text{The Impulse Function} = P * A (1 + \gamma M^2) \quad (3)$$

Where :

P: is the shock wave pressure .

A: the area in meter square .

وفيما يلي دراسة علاقة القوة الضغطية العمودية على سطح الأرض والناتجة عن الموجة الصدمية بسرعات وارتفاعات الطائرة المختلفة ...



أولاً: عند وصول سرعة الطائرة الى سرعة الصوت (١ ماخ):

١- عند اقتراب سرعة الطائرة من سرعة الصوت (نفس سرعة تقدم جبهات الموجات انضغطية) تقترب الموجات الضغطية من بعضها البعض حتى تتلامس جميعها في مستوى مماس THE TANGENT PLANE وذلك عند تمام وصول سرعة الطائرة الى سرعة الصوت ($M = 1$) ويكون هذا المستوى عمودياً على سطح الأرض لتشكل موجة ضغطية مركزة وقوية تسمى بالموجة الصدمية THE SHOCK WAVE التي تشكل قوة ضغطية عالية على سطح الأرض عبر هذا المستوى المماسي (شكل ١) .

٢- ويستفاد من قوة الضغط الناتجة في هذه الحالة فقط لحظة إختراق الطائرة لحاجز الصوت فوق حقل الألغام . وذلك لأن هذه السرعة بالنسبة للطائرة هي سرعة حرجة جداً . فالطائرة لا تستطيع أن تطير عليها فترة من الوقت لأن الطائرة في هذه الحالة تحمل الموجة الصدمية بكل ذلك الضغط العالي وتسير بيا . ولكن خلال تلك اللحظات تستطيع الطائرة بفضل سرعتها العالية أن تظهر مساحات شاسعة من حقول الألغام بما يكافئ 15 ألف متر مربع في الثانية ..

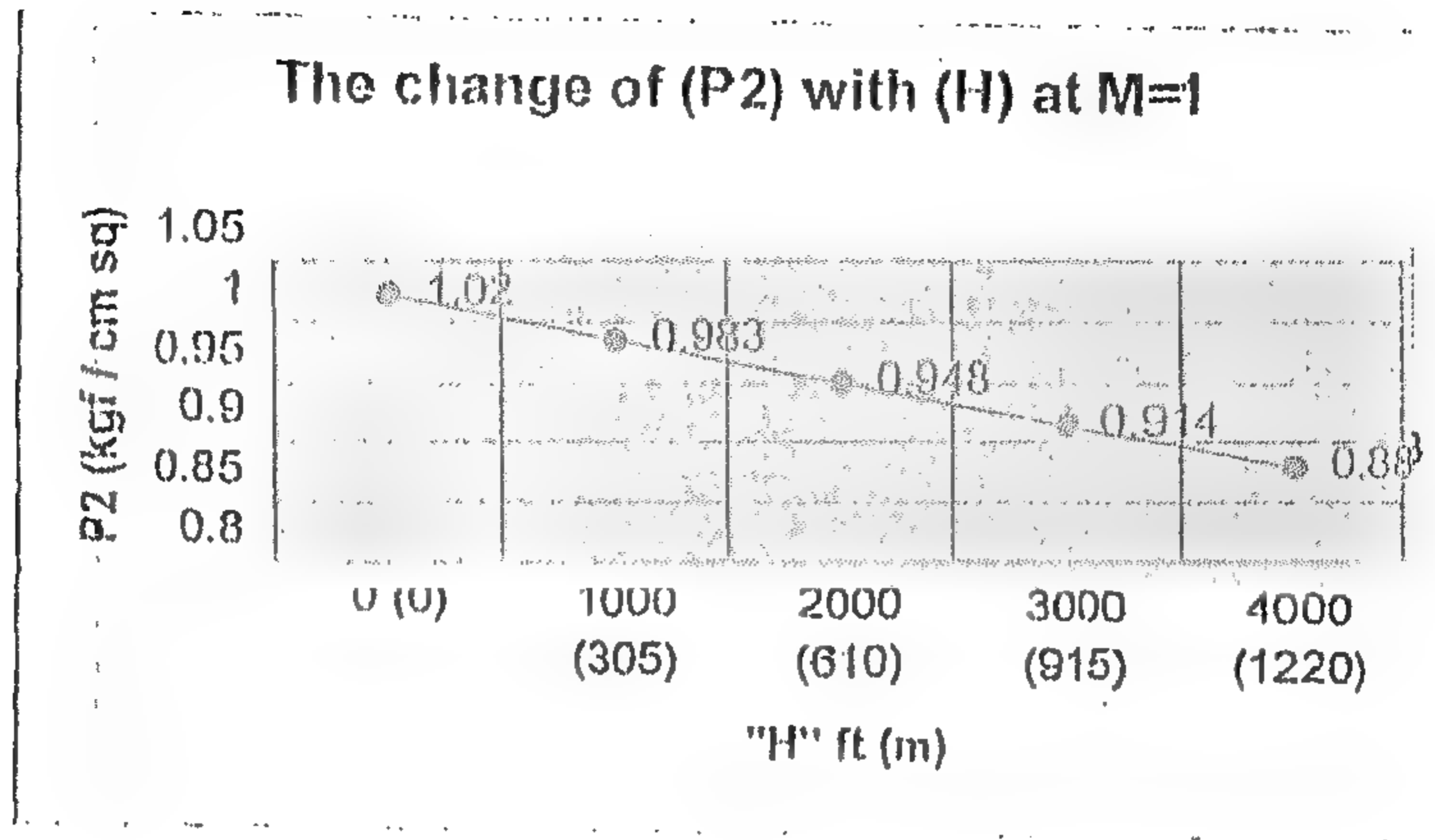
٣- ومن خلال الجدول القياسي الدولي للجو The International Standard Atmosphere لتغير ضغوط وكثافات ودرجة حرارة الهواء بالارتفاع عن سطح البحر وبتطبيق المعادلات أرقام ١ ، ٣ ينتج الآتي: -

H: Aircraft Altitude in ft. (m)	O	1000 (305)	2000 (610)	3000 (915)	4000(1220)
Shock Wave Strength	1	1	1	1	1
P2: The Pressur Force (kgf/cm sq)	1.02	0.983	0.948	0.914	0.880
I : The Impulse function (kn/m sq)	240	231	223	215	207

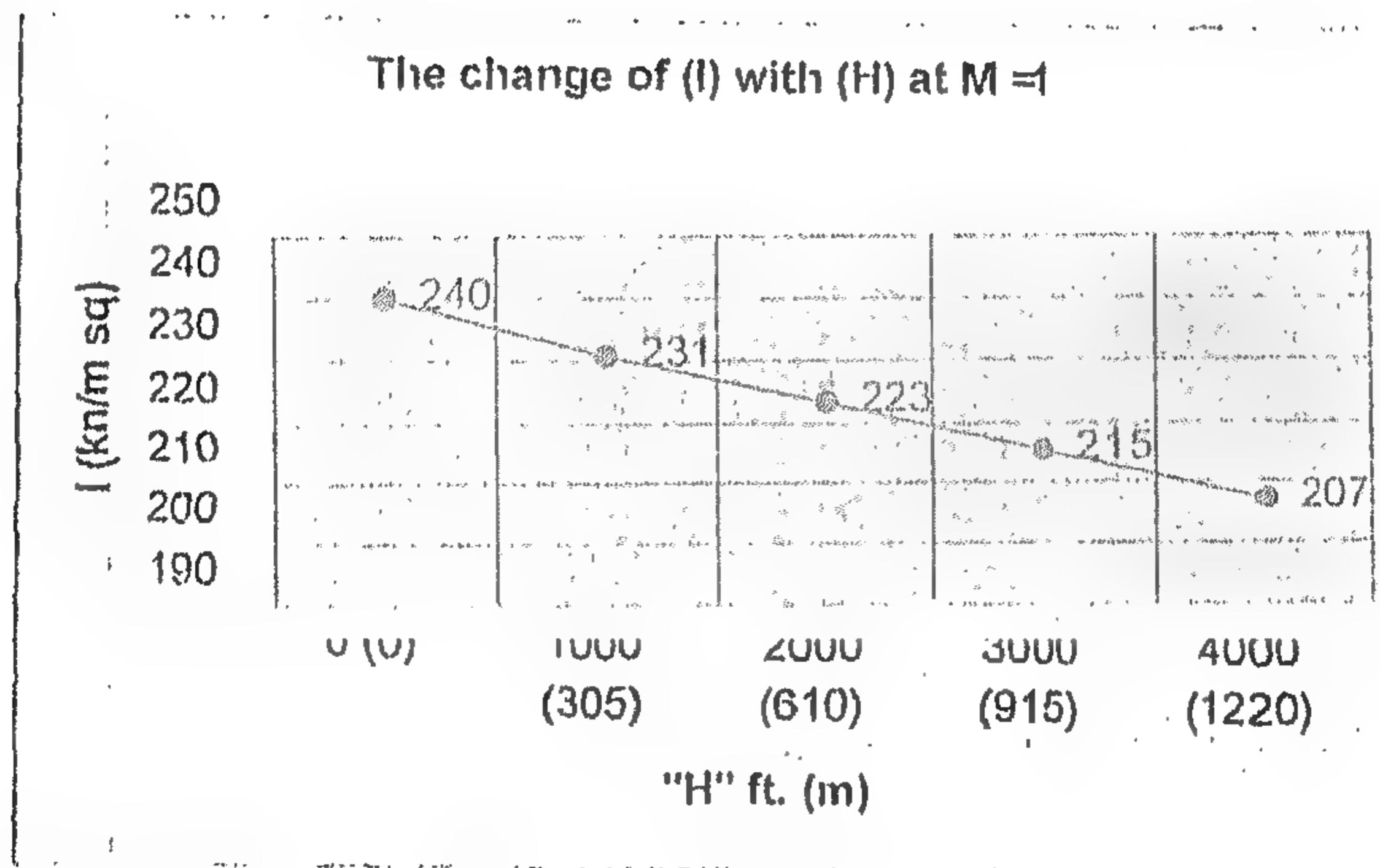
Notes :

1. 1 Bar = 2116.2 lbf / ft. Sq.
2. 1 Bar = 1.02 Kgf / Cm. Sq.
3. Assume that there is no decay happend for the s. wave.

٤- و برسم العلاقة البيانية بين كلاً من إرتفاع الطائرة عن سطح البحر (H) وقوة ضغط الموجة الصدمية (P2) والقوة الدفعية (النبضية) لها (I) و ذلك عند (M=1) ينتج الآتى :-



١- العلاقة بين القوة الضغطية للموجة (P2) و إرتفاع الطائرة (H) عند سرعة الصوت (M=1)



٢- العلاقة بين القوة الدفعية (النبضية) للموجة (I) و إرتفاع الطائرة (H) عند سرعة الصوت (M=1)

ثانياً : تحليق الطائرة بسرعة أكبر من سرعة الصوت (1.1) ماخ .

- في هذه الحالة سرعة الطائرة أعلى من سرعة تقدم جبهات الموجات الضغطية The pressure wave fronts و نتيجة لذلك تقع جميع داخل شكل مخروطي رأسه هو الطائرة نفسها (شكل ٢) .

١- و نتيجة لذلك يميل خط تأثير القوة الناتجة على الأرض بزاوية (μ) ، ونتيجة لتكون الموجة الصدمية دائماً خلف الطائرة فلا يوجد أى محظورات أو قيود على استخدام هذه السرعة في تطهير حقول الألغام .

ومن خلال الجدول القياسي الدولي للجو I.S.A وبتطبيق المعادلات أرقام (٣،٢،١) ينتج الآتى :

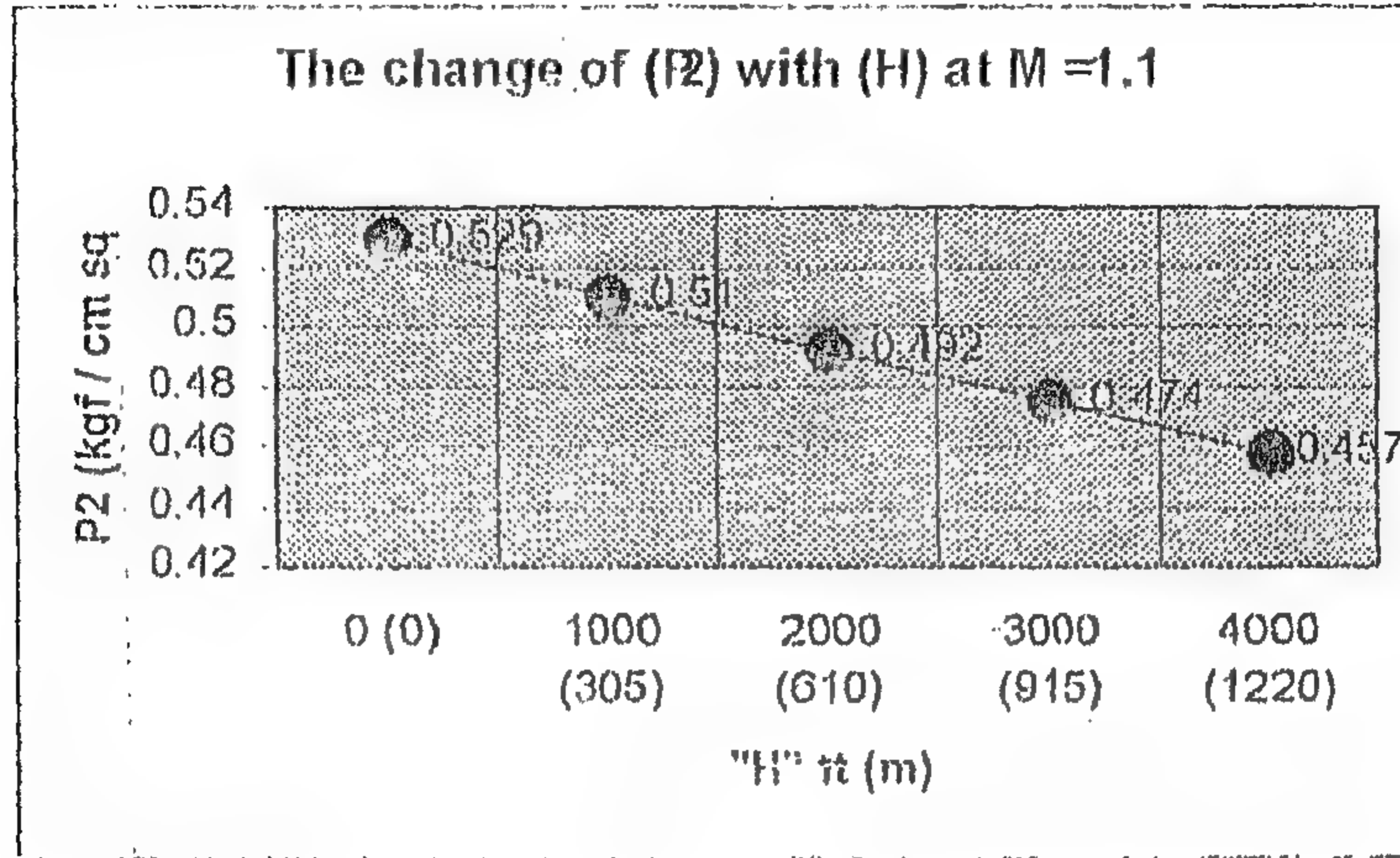
H: The Aircraft Altitude in ft (m)	0	1000 (305)	2000 (610)	3000 (915)	4000 (1220)
The Shock Wave Strength	1.245	1.245	1.245	1.245	1.245
P2:pressure Force(kgf/cm sq)	0.529	0.51	0.492	0.474	0.457
I :Impulse Function (kn / m sq)	139.7	134.7	130	125	120.6

Notes :

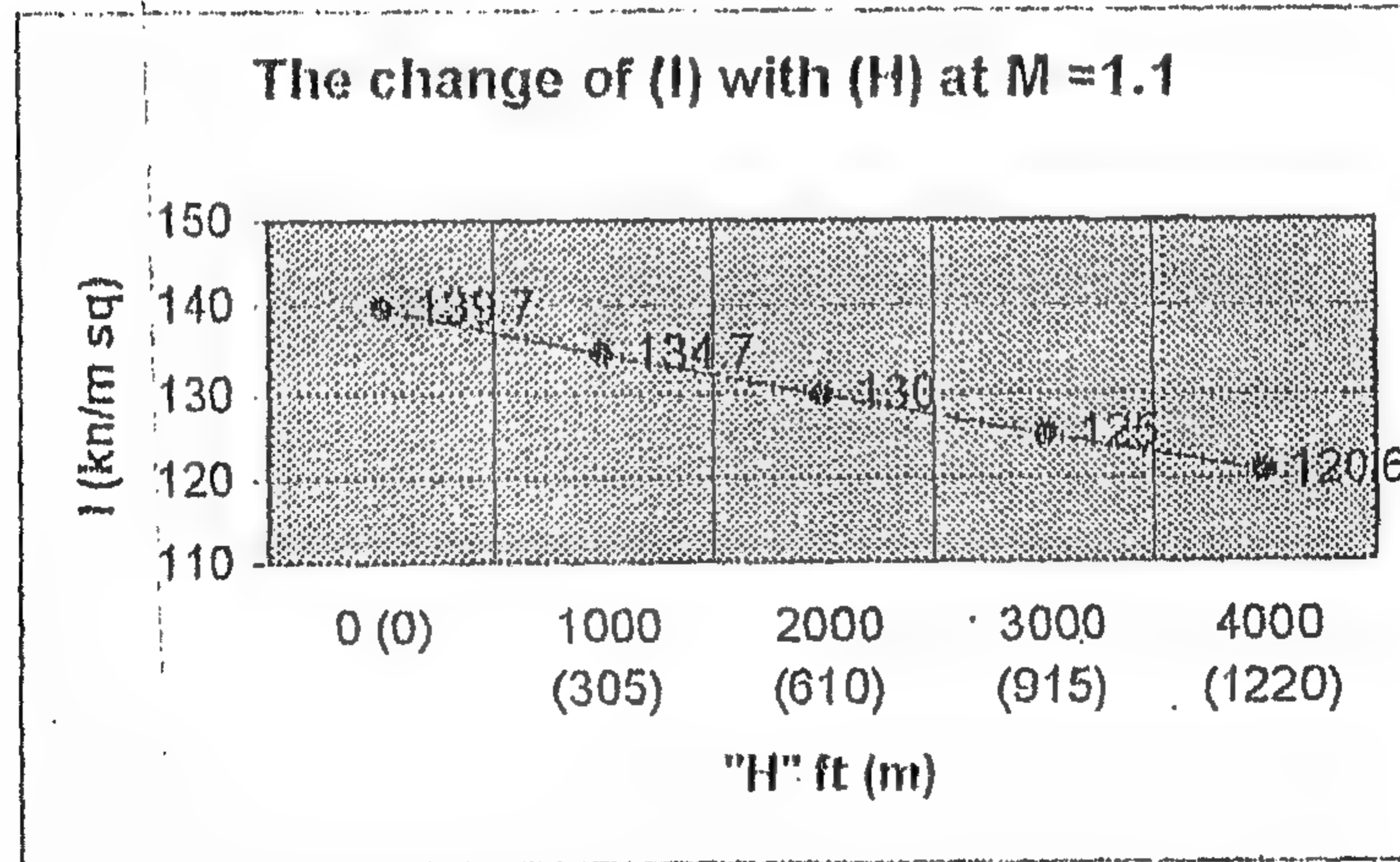
1. 1 Bar = 2116.2 lbf / ft. sq.
2. 1 Bar = 1.02 kgf / cm sq .
3. Assume that there is no decay happened for the shock wave .



٤- ويرسم العلاقة البيانية بين كلاً من ارتفاع الطائرة عن سطح البحر (H) وقوة ضغط الموجة الصدمية $(P_2)_x$ والقوة النبضية للموجة الصدمية (I) لينتج الآتي : -



١- العلاقة بين القوة الضغطية للموجة (P_2) و ارتفاع الطائرة (H) عند سرعة الطائرة أعلى من سرعة الصوت ($M = 1.1$)

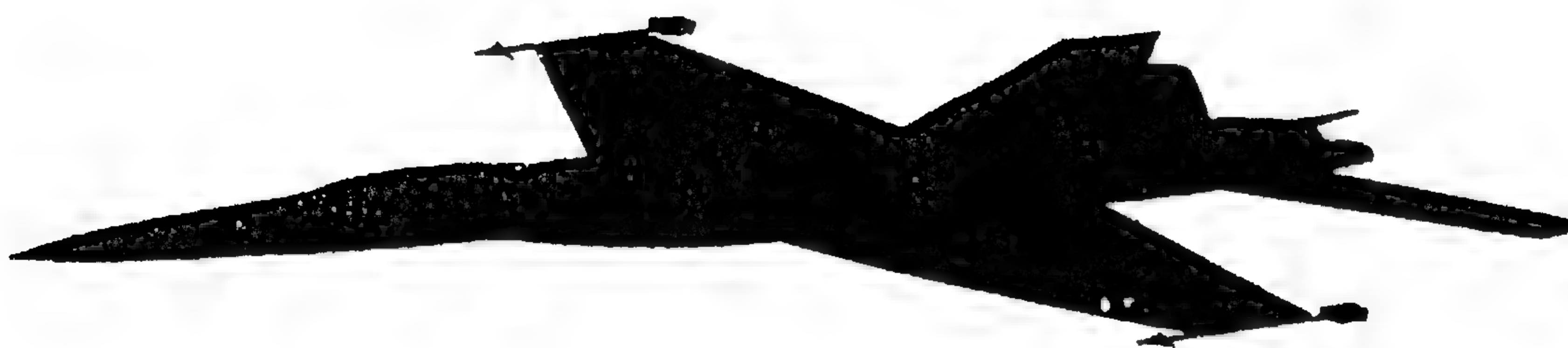


٢- العلاقة بين القوة الدفعية (النبضية) للموجة (I) وارتفاع الطائرة (H) عند سرعة الطائرة أعلى من سرعة الصوت ($M=1.1$)

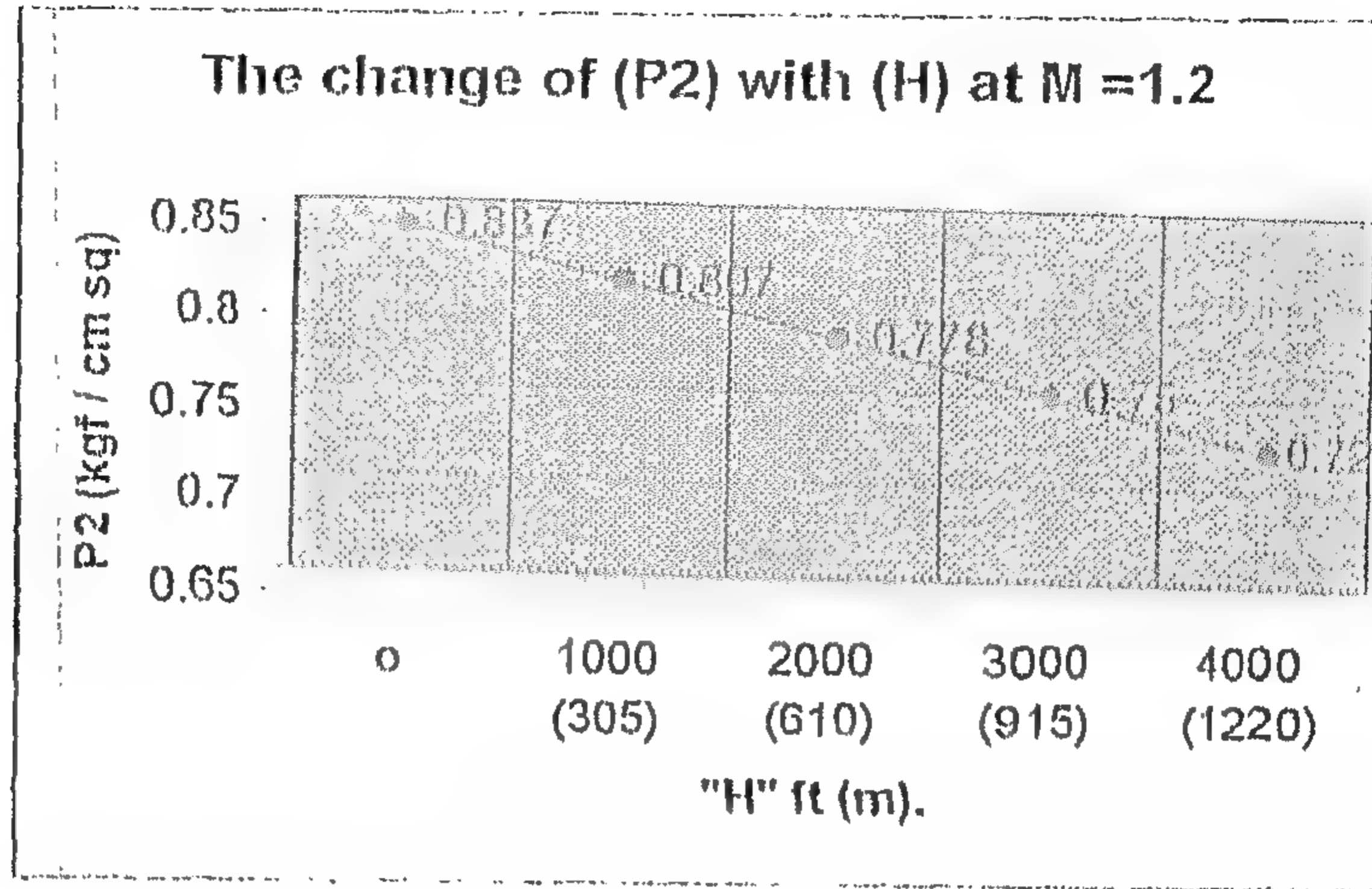
ثالثاً : - تحليل الطائرة بسرعة أكبر من سرعة الصوت (1.2) ماخ .

- ١ - مثل الحالة الثانية ولكن سنر زاوية ميل خط تأثير القوة الناتجة عن الموجة انضمية على الأرض ليزداد ضغط مركبة القوة العمودية على سطح الأرض .
- ٢ - ومن خلال الجدول القياسي الدولي للجو " I . S . A " وبتطبيق المعدلات أرقام (١ ، ٢ ، ٣) ينتج الآتي :

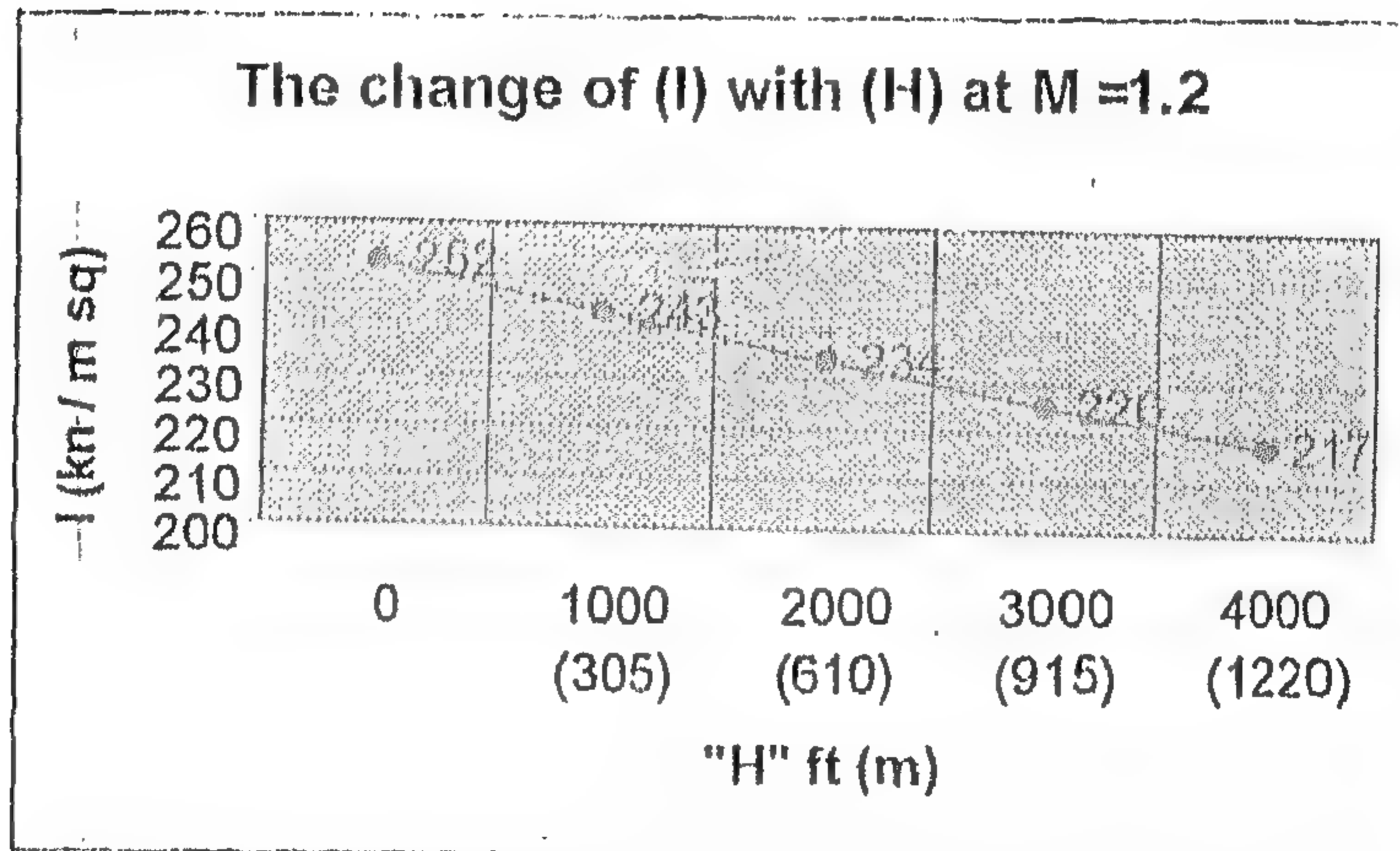
H: Aircraft Altitude in ft. (m)	0	1000 (305)	2000 (610)	3000 (915)	4000 (1220)
Shock Wave Strength	1.513	1.513	1.513	1.513	1.513
P2: the Presseur Force (kgf/cm sq)	0.837	0.807	0.778	0.750	0.722
I : the Impulse function (kn/m sq)	252	243	234.5	226	217.8



٤- ويرسم العلاقة البيانية بين كلاً من ارتفاع الطائرة عن سطح البحر (II) والقوة الضغطية للموجة الصدمية (P2) والقوة النبضية لها (I) ينتج الآتي : —



١- العلاقة بين القوة الضغطية للموجة (P2) و ارتفاع الطائرة (II) عند سرعة الطائرة أعلى من سرعة الصوت (M = 1.2)



٢- العلاقة بين القوة الدفعية (النبضية) للموجة (I) و ارتفاع الطائرة (II) عند سرعة الطائرة أعلى من سرعة الصوت (M = 1.2)

تعليق عام :-

- ١- التجربة العملية هي صاحبة قرار الفصل في تعديل كل الأرقام النظرية السابقة و التي قابلة للزيادة والنقصان ، فتعدلها التجربة الى أرقام عملية طبقاً للواقع وظروف العمل .
- ٢- مقدار الضغط على سطح الأرض الذي تسببه دبابة وزنها 70 طناً يبلغ 0.99 كجم/ف/سم المربع ، أما قوة الضغط الناتجة عن تطبيق هذه الطريقة تتراوح ما بين 0.457 : 1.02 كجم.ث / سم.المربع وذلك وفقاً لسرعة الطائرة وارتفاعها عن سطح البحر .
- ٣- من معادلة قوة الموجة الصدمية رقم (١) The Shock Wave Strength Equation يتضح ان قيمة القوة الضاغطة الناتجة تتوقف على رقم الماخ للطائرة ، لذا يمكننا أخذ عدة قوى مختلفة عند سرعات الطائرة المختلفة و المحصورة ما بين (0.95 ماخ و 1.2 ماخ) لتتناسب كل قوة منها مع طبيعة الألغام الموجودة في كل حقل .
- ٤- مقدار الضعف او الخمد الذي سيصيب الموجة الصدمية خلال المسافة ما بين الطائرة و الأرض يمكن اهماله للأسباب الآتية :
 - نطاق الارتفاع التي ستعمل عليه الطائرة قليل نسبياً فهو لن يزيد على عدة عشرات من الامتار فوق سطح الأرض .
 - سرعة تقدم جبهة الموجات الصدمية عالية جداً مما يجعل الاجراء الديناميكي الفزيائي لهذه العملية اجراء أدياباتيكي سريع Adiabatic Process لن يحدث خلاله أى تغيير .
 - طبيعة الموجات الصدمية الناتجة و التي عبارة عن موجات ضغطية مركزة و لحظية ذات Small Amplitude .
 - قوة مقاومة الهواء الجوى لن تقدم ائموجة الصدمية The Drag Force قليلة بالنسبة لها
- ٥- تتناسب هذه الطريقة مع حقول ألغام العلمين من حيث كونها صحراء مترامية الأطراف ذات أرض منبسطة غير جبلية و غير مأهولة مما يجعلها مسرحاً مثالياً لاستخدام هذه الطريقة ، فلا يوجد حدود لطيران الطائرات فوقها بهذه السرعات .
- ٦- عنصر الأمان متوافر للطائرة المنفذة لعمليات التطهير للأسباب الآتية :-
 - أقل ارتفاع تحلق عليه الطائرة المنفذة أكبر من المدى المؤثر لانفجار اللغم ووصول الشظايا الناتجة عن انفجار الالغام اليها .
 - انفجار الألغام سيكون دائماً خلف الطائرة وذلك نظراً لسرعة الطائرة العالية و حدوث الموجة الصدمية خلف الطائرة كما في الحالة الثانية والثالثة ($M=1.1\&1.2$).
 - حدوث خمد كبير لنواتج هذه الانفجارات وذلك لانها ناتجة عن الغام مدفونة تحت

كميات كبيرة من الرمال تفقدها كثيراً من تأثيرها .

* حدوث تقاطعات وتداخلات للموجات الانفجارية الناتجة عن انفجار الألغام فيلاشى بعضها البعض وذلك نظراً لطبيعة زراعة وتوزيع هذه الألغام في الأرض فيحد ذلك كثيراً من تقدم جبهات الموجات الانفجارية خلف الطائرة The propagation of the pressure waves fronts .

* سرعة الطائرة أكبر من سرعة تقدم جبهة انفجار اللغم في الهواء والتي تقدر بسرعة الصوت ، لذا فالطائرة دائماً سابقة لها خاصة كما في الحالتان الثانية والثالثة عندما تكون سرعة الطائرة 1.1 ماخ و 1.2 ماخ .

* الموجات الضغطية المنبعثة من الطائرة ستشكل درعاً وحائطاً لصدد أى موجات انفجارية ناتجة عن انفجار الألغام تتجه نحو الطائرة و كذلك تحد من اندفاع الشظايا اليها حيث ستصطدم كل موجة انفجارية قد تتجه نحو الطائرة بموجات ضغطية لا نهائية منبعثة من الطائرة نفسها.

٧- لان الموجات الصدمية The Shock Waves عبارة عن موجات ضغطية ساقطة على الأرض فسوف يحدث لها انعكاس بنفس قيمة زاوية السقوط ، و ستكون الموجة المنعكسة عبارة عن موجة انضغاطية ايضاً . لذا لابد من مراعاة عدم مرور طائرة خلف الطائرة المنفذة للتطهير مباشرة حتى لا تصطدم بالموجة المنعكسة .

٨- هذه الطريقة ستكون مناسبة جداً لتطهير حقول الألغام التي لا يوجد لها خرائط دقيقة أو التي تحركت من مكانها بفعل العوامل الطبيعية مع مرور الزمان ، فمن طريق تحديد المنطقة المشتبه فيها يمكن للطائرة بما عليها من أجهزة ملاحية متقدمة تتعامل مع خطوط الطول و العرض بالدرجات والدقيقة والثانية مما يجعل الطائرة قادرة على مسح كل شبر في هذه الأرض و بكل دقة و مهما كانت مساحة هذه الأرض ، بالإضافة الى طبيعة الموجة الصدمية الناتجة وانتشارها لتغطي وتضغط على مساحة كبيرة من الأرض قد يصل عرضها الى 50 متراً وفي نفس الوقت .

٩- يمكن اعتماد هذه الطريقة أسلوباً للدول الفقيرة لتطهير حقول ألغامها و ذلك لانها غير مكلفة ، حيث يوجد في العالم ما يقرب من 110 مليون لغم علماً بأن هذا العدد في تزايد مستمر نتيجة لاستمرار عمليات زراعتها ومعظم هذه الألغام توجد في الدول الفقيرة ... ويوجد في مصر وحدها ما يقرب من 33% من اجمالي هذه الألغام

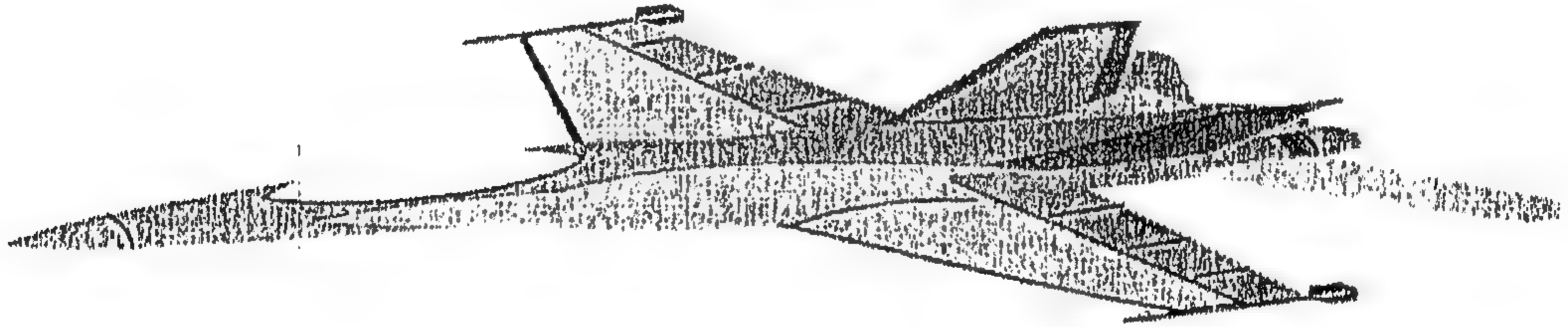
١٠- لن تتأثر المدن القريبة بالتفجيرات الناتجة عن تطهير حقول الألغام وذلك لأن هذه الانفجارات متعددة المصادر بعدد الألغام المنفجرة في الحقل وليست صادرة من مصدر

واحد . لذا فالموجات الانفجارية الصادرة عن انفجار هذه الألغام ستتقاطع وتتداخل مع بعضها البعض مما سيؤدي الى اضعاف هذه الموجات وعدم وصولها بنفس القوة الى هذه المدن خاصة عندما يكون اتجاه التطهير (خط تحليق الطائرة) موازياً لهذه المدن حيث ستنفجر الألغام التي على نفس الصف في نفس الوقت فتتقاطع وتتلاشى موجاتها بالكامل، بالإضافة الى أن هذه الانفجارات ناتجة عن الغمام مدفونة تحت كميات كبيرة من الرمال تفقدها كثيراً من تأثيرها وتلحق بها خمد كبير .

١١- لن يحدث ردم للألغام التي قد لن تنفجر تحت الرمال الناتجة عن الحفر المتكونة من انفجار الألغام الأخرى المجاورة لها . وذلك لأن الحفرة الناتجة عن انفجار أى لغم ستتردمها رمال الحفرة الأخرى الناتجة عن انفجار اللغم المجاور لها وهكذا ..

١٢- تعتبر مراجع ديناميكا الغازات التالية هي المذكرة التفسيرية لفكرة هذا الابتكار :-

- 1- Gas Turbin Theory for H. Cohen & G.F.C. Rogers.
- 2- Shock Waves Mechanics for Whithon, G.B.
- 3- Expermental method of Engineering for J.P. Holmal.
- 4- Gas Dynamics vol . 1 for Zucrow & H. Offwan .
- 5- One-Dimensional Compressible flow for H. Daneshyar.



AERODYNAMICS

INTERNATIONAL STANDARD ATMOSPHERE

Press Alt, h	Temperature t		Pressure, p					Density		
	ft	°F	°C	$\frac{T}{T_0} = \sigma$	a/a_0	in Hg	lb/ft ²	mb	$\frac{p}{p_0} = \delta$	slugs/ft ³ $\frac{p}{p_0} = \sigma$
0		59.0	15.0	1.0000	1.0000	29.92126	2116.2	1013.2	1.0000	.002377
1,000		55.4	13.0	.9931	.9965	28.860	2041.0	977.1	.9643	.002308
2,000		51.9	11.0	.9861	.9931	27.820	1968.0	942.2	.9290	.002241
3,000		48.3	9.1	.9795	.9896	26.820	1897.0	908.2	.8963	.002175
4,000		44.7	7.1	.9726	.9862	25.840	1828.0	875.1	.8637	.002111
5,000		41.2	5.1	.9656	.9826	24.900	1761.0	843.1	.8321	.002048
6,000		37.6	3.1	.9587	.9791	23.940	1696.0	811.9	.8013	.001987
7,000		34.0	1.1	.9518	.9757	23.020	1633.0	781.8	.7716	.001927
8,000		30.5	-0.8	.9452	.9721	22.220	1572.0	752.6	.7428	.001868
9,000		26.9	-2.8	.9382	.9686	21.390	1513.0	724.3	.7148	.001811
10,000		23.3	-4.8	.9313	.9650	20.580	1455.0	696.6	.6875	.001755
11,000		19.8	-6.8	.9244	.9615	19.790	1400.0	670.2	.6614	.001701
12,000		16.2	-8.8	.9174	.9579	19.030	1346.0	644.4	.6360	.001648
13,000		12.6	-10.8	.9105	.9543	18.290	1294.0	619.5	.6114	.001596
14,000		9.1	-12.7	.9039	.9506	17.580	1243.0	595.1	.5873	.001545
15,000		5.5	-14.7	.8969	.9470	16.890	1194.0	571.6	.5641	.001496
16,000		1.9	-16.7	.8900	.9434	16.220	1147.0	549.1	.5419	.001447
17,000		-1.6	-18.7	.8831	.9397	15.570	1101.0	527.1	.5202	.001401
18,000		-5.2	-20.7	.8761	.9361	14.940	1057.0	506.0	.4994	.001355
19,000		-8.8	-22.6	.8695	.9324	14.340	1014.0	485.4	.4791	.001319
20,000		-12.3	-24.6	.8626	.9287	13.750	972.5	465.6	.4595	.001266
21,000		-15.9	-26.6	.8556	.9250	13.180	932.4	446.4	.4405	.001224
22,000		-19.5	-28.6	.8487	.9212	12.640	893.7	427.8	.4222	.001183
23,000		-23.0	-30.6	.8418	.9176	12.110	856.3	409.9	.4045	.001143
24,000		-26.6	-32.5	.8352	.9138	11.600	820.2	392.7	.3876	.001103
25,000		-30.2	-34.5	.8282	.9100	11.100	785.3	376.0	.3711	.001065
26,000		-33.7	-36.5	.8213	.9062	10.630	751.6	359.8	.3551	.001028
27,000		-37.3	-38.5	.8143	.9024	10.170	719.1	344.3	.3398	.000992
28,000		-40.9	-40.5	.8074	.8986	9.725	687.8	329.3	.3250	.000957
29,000		-44.4	-42.5	.8005	.8948	9.297	657.6	314.8	.3107	.000923
30,000		-48.0	-44.4	.7939	.8909	8.885	628.4	300.8	.2969	.000889
31,000		-51.6	-46.4	.7869	.8871	8.488	600.3	287.4	.2836	.000857
32,000		-55.1	-48.4	.7800	.8832	8.106	573.3	274.5	.2709	.000826
33,000		-58.7	-50.4	.7730	.8793	7.737	547.2	262.0	.2586	.000795
34,000		-62.2	-52.4	.7661	.8753	7.382	522.1	249.9	.2466	.000765
35,000		-65.8	-54.3	.7595	.8714	7.041	498.0	238.4	.2353	.000737
36,000		-69.4	-56.3	.7526	.8674	6.712	474.7	227.3	.2243	.000709
36,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	6.683	472.7	226.3	.2233	.000706
37,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	6.397	452.4	216.6	.2138	.000676
38,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	6.097	431.2	206.4	.2017	.000643
39,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	5.811	411.0	196.8	.1912	.000610
40,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	5.538	391.7	187.5	.1851	.000585
41,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	5.278	373.3	178.7	.1761	.000558
42,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	5.030	355.8	170.3	.1681	.000532
43,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	4.794	339.0	162.3	.1602	.000507
44,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	4.569	323.2	154.7	.1527	.000484
45,000		-69.7	-56.5	.7519	.8671	4.355	308.0	147.5	.1456	.000462

$$T_0 = 59.0 = 459.67 = 518.67^\circ\text{R}$$

$$T_0 = 15.0 = 273.15 = 288.15^\circ\text{K}$$

$$\rho_0 = .002377 \text{ slug/ft}^3$$

$$R = 53.35 \text{ ft}^2/\text{lb}_m^\circ\text{R}$$

$$a_0 = 1116.450 \text{ ft/sec}$$

$$P_0 = 2116.21662 \text{ lb/ft}^2$$

Reference: SACA Technical Report No. 123

Figure 12

1.40

126-1420
March 1991



جمعية المهندسين الميكانيكيين
المصرية

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دور الهندسة الميكانيكية في خدمة المشروعات القومية والتنمية

4/4

تصنيع معدات الزراعة وتأصيل تصميمها لخدمة
المشروعات القومية التنموية

أستاذ دكتور / عزمى البرى

بسم الله الرحمن الرحيم

ملخص ورقه عمل عن تصنيع معدات الزراعة وتأصيل تصميمها لخدمة المشروعات القومية التنموية

(١) أ. د / عزمي البري (٢) أ. د / أحمد فريد السهرجي (٣) د / أسامة كامل

تهدف ورقة العمل المقدمة إلى الربط بين صناعة المعدات الزراعية في مصر وتأصيل تصميمها لخدمة المشروعات القومية التنموية .. ويشتمل موضوع الورقة على نبذة مختصرة عن الواقع البيئي والزراعي بمناطق جنوب الوادي وأسس ومقترحات استخدامات المياه ومعدات الري فيها علاوة على الاتجاهات الرئيسية لتأصيل استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة خلال هذه المناطق .. كما تعرض الورقة لأنماط استخدام آلات ومعدات الزراعة وتوصيف تصميمها لملائمة طبيعة هذه المناطق .. وقد استهدفت الورقة استعراض الأسس الخاصة بمراحل إنتاج أي معدة أو آلة زراعية وإيضاح أسس تصميمها وتصنيعها بما يضمن نجاحها علاوة على الخصائص والخواص التصنيعية للمواد المستخدمة في صناعة معدات وآلات الزراعة .. كما اشتملت الورقة على الموقف الراهن للتصنيع المحلي وبعض الشركات القائمة على تصنيع معدات وآلات الزراعة كما تتناول ورقة العمل المعوقات التي تواجه عملية تصميم وتصنيع معدات الزراعة في مصر والمشاكل التي تعوق التوسع المستقبلي فيها وتؤثر علي تطويرها واستثمار العائد من ورائها سواء كانت هذه المعوقات تختص بالتقنية أو التطبيق أو التسويق .. وتعرض ورقة العمل مقترحات الحلول التي يمكن من خلالها وضع أطر تشكل أساسا لاستقرار الصناعات الوطنية للمعدات الزراعية من خلال عدة محاور تتناول أساليب تقوية الترابط بين البحث والتطبيق والتصنيع والتسويق بما يحقق التكامل في تصميم وتصنيع معدات زراعية ذات كفاءة أداء عالية من خلال دراسة الإمكانيات التكنولوجية المتوفرة للتصنيع المحلي للمعدات الزراعية وقطع غيارها وعلي الأخص الصناعات المغذية والوسيلة كما تناولت الورقة دور الهندسة الزراعية في تأصيل استخدام معدات الزراعة لخدمة زراعة البيئة الصحراوية بالمشروعات القومية التنموية .

(١) مدير معهد بحوث الهندسة الزراعية ورئيس قسم الهندسة الزراعية كلية الزراعة - جامعة القاهرة.

(٢) مستشار معهد بحوث الهندسة الزراعية - مركز البحوث الزراعية - وزارة الزراعة .

(٣) مدير مركز ميكنة الأرز - ورئيس قسم هندسة التصنيع والتداول - معهد بحوث الهندسة الزراعية .

تصنيع معدات الزراعة وتأصيل تصميمها لخدمة المشروعات القومية التنموية

مقدمة

الميكنة الزراعية هي إحدى الوسائل الرئيسية الخاصة بزيادة إنتاجية المحاصيل مع خفض تكلفة الإنتاج للمساحات المنزرعة بالإضافة إلى ما تحققه من تعويض في نقص العمالة الزراعية خلال فترة الذروة للعمليات الزراعية المختلفة .. علاوة على ما تحققه ميكنة العمليات الزراعية من سرعة في الإنجاز مع دقة الأداء والتي تؤدي في مجملها إلى الوفرة الكمية والنوعية للمحاصيل المختلفة مع توفير وترشيد استخدامات مياه الري وما تحققه من عائد على المستوى القومي .. بالإضافة إلى أهمية الميكنة الزراعية في تلبية احتياجات استزراع واستصلاح المساحات الكبيرة المتواجدة بتوشكي والعوينات وسيناء .. وتعني الميكنة الزراعية تأدية العمليات الزراعية بواسطة معدات وآلات زراعية في المراحل المختلفة بدءاً من العمليات المهادية واعداد التربة والتي تشمل على عمليات الحرث والتمشيط والتسوية مروراً بمرحلة الزراعة والري والعزيق ومكافحة الآفات والتسميد وانتهاء بعمليات الحصاد ومعاملات ما بعد الحصاد والتي تتضمن عمليات التجفيف والتخزين والتداول .. وتختلف طبيعة شكل وتصميم وأداء الآلات والمعدات الزراعية لكل نوع من هذه العمليات باختلاف نوع التربة (رملية - طينية - طميية) ونوع المحاصيل وأسلوب الري وطبيعة وحجم الحيازة المنزرعة .. حيث تحدد هذه العوامل الكفاءة الحقلية للمعدة أو الآلة المستخدمة وقدرتها الحصانية ومدى ملاءمتها لظروف التشغيل وتكاليف تشغيلها .

الواقع البيئي والزراعي لمناطق المشروعات القومية التنموية .

يعتبر مشروع تنمية البيئة جنوب الوادي أحد المشروعات القومية الرائدة التي تساهم في إضافة مساحات زراعية جديدة تساهم في توفير المراعي للحيوانات والغذاء والكساء للإنسان وهو ما تشير إليه الموارد التنموية المتاحة للإقليم والمناطق المجاورة وتشير النظرة المستقبلية لهذه المناطق إلى أنها مناطق واعدة عند التعامل معها على أساس علمي وبيئي سليم .. ويوجد الكثير من المحاصيل المباشرة والتي يمكن البدء بها في برامج وتراكيب محصولية تزيد من الأمان الغذائي وتعمل على تقليص فجوة إنتاج الزيوت وإنتاج الأخشاب وتلبية خطة تنمية الثروة الحيوانية كما تتضمن البرامج لهذه المنطقة خطة تطبيقية تضمن حماية البيئة من الملوثات الصناعية والمبيدات الضارة بالإنسان والحيوان وعدم نقل الأمراض والآفات خارج المنطقة اعتماداً على خطة حجر زراعي متكامل للمنطقة في إطار سياسة وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي حيث يمكن إعداد دراسات مستقبلية اعتماداً على تقرير الموارد الأرضية وموارد المياه .. يمكن بعدها إعداد التراكيب المحصولية التي تتفق مع ظروف هذه المناطق . وكذلك إعداد النظم الزراعية التي تعمل على حماية التربة من الانجراف وعلى توفير المياه ومقارنة ظروف الإجهاد النباتي مثل درجات الحرارة المرتفعة والضوء غير المناسب وملوحة التربة والمياه (الصوب الزراعية) .. كذلك وضع خطط الإعداد الجيد والملائم لاستخدام طرق التسميد الطبيعية والحيوية الحديثة للحد من تلوث البيئة . والتوجه إلى الاهتمام بالمتنوعات الزراعية (Agro Forestry) والتي تعتمد على زراعة مجموعة من أشجار الفاكهة أهمها النخيل والزيتون وبعض أشجار الأخشاب وبعض الشجيرات والنباتات العلفية وبعض من المحميات الحقلية والخضر والتي يمكن أن تنمو وتثمر بصورة اقتصادية طبقاً لظروف هذه المناطق .

أسس ومقترحات استخدامات المياه ومعدات الري في المشروعات القومية التنموية :-

أن ترشيد استخدام المياه وتقليل المفقود منها بشتي الوسائل الممكنة ورفع كفاءة استخدامها تعد مسألة حتمية في المشروعات التنموية القومية وصولا للاستغلال الأمثل وذلك من خلال :

- ١ - استخدام نظم الري المتطور الحديث .
 - ٢ - رفع كفاءة وتطوير شبكات نقل وتوزيع المياه وتخزينها .
 - ٣ - استغلال المياه الجوفية المتوفرة .
 - ٤ - حصاد مياه الأمطار والسيول ..
 - ٥ - رفع كفاءة الري الحقلية .
- مما سبق يمكن تحديد التركيب المحصولي المناسب في جميع هذه المناطق طبقا لنظام الري المستخدم مثل التنقيط - الري تحت السطحي - الري باستخدام الأنابيب المبوبة - والري النبضي مع نظم الري داخل الصوب الزراعية.

تأصيل استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في المشروعات التنموية القومية :-

تعتبر الطاقات الجديدة والمتجددة على جانب كبير من الأهمية لكونها طاقة نظيفة صالحة للعمل في المناطق البعيدة و التي يصعب إمدادها بالوقود لتشغيل مولدات الديزل أو التي تحتاج إلى تكاليف عالية جدا عند إمدادها بخطوط الضغط العالي.. وتعتبر مناطق المشروعات التنموية القومية بجنوب الوادي وسيناء والتي تتميز بمناخ خاص من انسب المناطق لاستخدام الطاقات المتجددة والنظيفة وتعدد الأنشطة البشرية المتوقعة والتي تتطلب توفير طاقة لها بمواقع المشروعات التنموية والقومية مثل صيد الأسماك وتصنيعها ورفع المياه الجوفية واستخدامه للزراعة وصناعات التجفيف علي الحاصلات الزراعية والتعليق وغيرها من الصناعات الخفيفة .

وتتلخص بعض أنماط الطاقة الجديدة والمتجددة في هذه المناطق من خلال:

استخدامات الطاقة الشمسية وذلك كطاقة حرارية يمكن توظيفها في:

تسخين المياه للأغراض المنزلي والصناعية (اقل من ١٠٠ م ٥) - تجفيف المنتجات الزراعية
أو كطاقة فوتوفولطية:

من خلال توليد الكهرباء مباشرة من الخلايا الشمسية وتوظيفها في تشغيل طلمبات لرفع المياه من الآبار المتوفرة في المنطقة - تشغيل طلمبات لرفع المياه خلال شبكات الري - تشغيل وسائل التبريد والتسخين للصوب الزراعية .

استخدامات طاقة الرياح:

وذلك من خلال إدارة مراوح هوائية تستخدم لانتاج الكهرباء اللازمة لضخ المياه العذبة المتوفرة في الآبار لأغراض الري و الشرب والتنمية الزراعية .

الطاقة الناتجة عن المخلفات الحيوانية والآدمية:

تستخدم في إنتاج غاز البيوجاز للاستخدام في مواقع الاستصلاح

أنماط استخدام آلات ومعدات الزراعة في خدمة المشروعات التنموية القومية :

تلعب الميكنة الزراعية دورا هاما في تلبية احتياجات استزراع واستصلاح المساحات الكبيرة المتواجدة بمناطق المشروعات التنموية القومية والعلاقة بجنوب الوادي وشبة جزيرة سيناء . وتختلف طبيعة وشكل وحجم المعدة أو الآلة الزراعية باختلاف نوع العملية الزراعية خلال المراحل المختلفة بدءا من عمليات إعداد التربة وتمهيدها للزراعة مروراً بمرحلة الزراعة والري والعزيق ورش المبيدات والتسميد وانتهاء بعمليات الحصاد ومعاملات ما بعد الحصاد والتي تشمل علي عمليات التجفيف والتخزين والتداول بالإضافة إلى عمليات التصنيع الزراعي للمنتجات الزراعية والصناعات القائمة عليها .

ونظرا للطبيعة الخاصة التي تتميز بها مناطق المشروعات التنموية القومية من حيث نوع التربة واتساع المساحات وطبيعة مياه الري بها ومصادرها بالإضافة إلى التركيب المحصولي الخاص بهذه المناطق والظروف المناخية (درجة الحرارة - الرطوبة النسبية - شدة الإشعاع الشمسي - شدة الرياح) فان تأصيل تصميم المعدات وآلات الزراعية في هذه المناطق تخضع لعدة اعتبارات لوضع منظومة متكاملة لتوصيف استخدام معدات الزراعة بما يتوافق مع ظروف كل منطقة . وعلي ذلك فانه لابد من اختيار آلات ومعدات زراعية ذات مواصفات خاصة لتحقيق كفاءة الأداء واقتصاديات التشغيل بما يحقق التوازن والتكامل في وضع منظومة متكاملة وذلك من خلال:

١- استخدام جرارات عالية القدرة (١٢٠-٤٠٠ حصان) لإجراء عمليات الحراثة والزراعة والاستصلاح علاوة علي استخدامها في الأعمال الإنشائية المزرعية وعمليات بذر الحبوب في مناطق الاستصلاح الكبرى علي أن تكون هذه الجرارات مزودة بكابينة مكيفة للسائق.

٢- استخدام آلات الحصاد الشاملة (الكومبينات) ذات عرض تشغيل كبير (أكثر من ٥ متر) ويفضل آلات الحصاد المزودة بنظام تجميع التبن. ويراعي أن تكون هذه الآلات مزودة بكابينة مكيفة لظروف التشغيل في مناطق الاستصلاح.

٣- استخدام معدات الحراثة والتنعيم والتسوية والتي يفضل فيها استخدام آلات متعددة الأغراض ذات أحجام كبيرة للقيام بأكثر من عملية في وقت واحد والتي تناسب قدرات التشغيل العالية من الجرارات علاوة علي اقتصاديات التشغيل للمساحات الواسعة. ويجب أن تتوفر في هذه الآلات القدرة علي تكسير الطبقة الصماء.

٤- استخدام معدات البدار والسطارات وآلات شتل الخضر والتي يجب أن تتوفر فيها عرض تشغيل كبير مع الأخذ في الاعتبار أن تكون لها القدرة علي زراعة أنواع عديدة من الحبوب.

٥- استخدام معدات خدمة المحصول النامي مثل آلات نثر السماد وآلات الرش المعلقة علي الجرارات الزراعية ويفضل آلات النثر المعلقة علي عمود الجرار الخلفي وتعمل بالطرد المركزي والتي تقوم بعمليتي العزيق والتسميد في نفس الوقت. ويجب أن تتوفر في هذه الآلات القدرة علي رش المساحات الكبيرة.

٦- المضخات وطمبات الري والتي يتم استخدامها في رفع المياه من الآبار (طمبات غاطسه) لاستخدامات الري والمساحات الواسعة لزراعة محاصيل الحبوب (القمح والشعير) وحقول الإنتاج الحيواني ومزارع العلف.

٧- معدات الري الحديث والتي تتمثل في أنابيب نقل المياه بمختلف أشكالها والتي تناسب مناطق الاستزراع الكبرى علاوة علي معدات الري بالتنقيط والمتمثلة في أنابيب التغذية الرئيسية والفرعية والنقاطات ويفضل التحكم

الأوتوماتيكي في منظومة الري الحديث خلال مساحات الاستصلاح كما يفضل استخدام المنظومة التي تقوم بعملية التسميد والري في آن واحد.

٨- استخدام معدات النخيل مثل معدات الصعود الي قمة النخلة والمتمثلة في الجرارات المزودة بسلاسل علاوة علي معدات التلقيح من الأرض أو من معدات الصعود بالإضافة إلى معدات التسعيف. ويجب أن تتوفر في هذه المعدات سهولة الاستخدام وتأمين سلامة العاملين عليها.

تصنيع آلات ومعدات الزراعة محليا " مراحل إنتاج - مواد الصناعة " :

مراحل إنتاج وتصنيع المعدات والآلات الزراعية :-

لضمان نجاح إنتاج أو تصنيع أي آلة أو معدة زراعية سواء كانت آلة جديدة أو آلة أداء لمعدات قائمة . يجب أن تمر بعدة خطوات لتحقيق الهدف من إنتاجها.

وتبدأ أولى هذه الخطوات بالفكرة أو المشكلة الحقلية والتي تأتي بناء علي رؤية المتخصصين في المجال الزراعي من خلال احتكاكهم وتعاملهم مع العمل الحقلية والتي تم علي أساسها وضع المواصفات المطلوبة للمعدة .. حيث يقوم العاملين في مجال الميكنة الزراعية بدراسة هذه الفكرة والمواصفات وتحديد إمكانية تنفيذها من عدمه ومدي الاحتياج إلى نشرها وتسويقها . ثم يتولي فريق من المختصين في مجال التصميم الميكانيكي والهندسة الزراعية في إعداد الرسومات التجميعية وكذا الرسومات التنفيذية للأجزاء المختلفة للآلة أو المعدة وذلك بعد عمل الحسابات الخاصة بالاجهادات والعزم علي الأجزاء المختلفة وإعداد المواصفات الخاصة بخامات التصنيع لهذه الأجزاء وتحديد العدد والأدوات اللازمة لإنتاج النموذج الأول من هذه المعدات .. ثم تتولي لجنة الإشراف علي جميع وتجربة تشغيل واختبار الأداء لهذه المعدة طبقا لنماذج الاختبار المعدة لهذا الغرض ويتم بعد ذلك تصويب الرسومات أو تعديل الأجزاء لتلائم متطلبات الأداء المطلوب .. علي أن يتم بعد ذلك تشكيل لجنة من المختصين في مجال الميكنة الزراعية لعمل التجارب التأكيدي علي النموذج المصنع للتأكد من تحقيق العينة للمواصفات المحددة للآلة المطلوب تصنيعها والتوصية بأي تعديلات تمهيدا للإنتاج الكمي لهذه الآلة أو المعدة .

المواد المستخدمة في صناعة معدات وآلات الزراعة (خصائصها وخواصها التصنيعية)

تعتبر عمليات اختيار المواد المستخدمة في عملية تصنيع معدات وآلات الزراعة ذات أهمية قصوي لنجاح الآلة أو المعدة الزراعية وقابلية استخدامها وتسويقها وتحقيق الهدف من استخدامها والمردود الاقتصادي لها. ولذلك كان لابد من تحديد الخصائص التي تتلاءم مع كل جزء من الآلة أو المعدة طبقا لوظيفته. ويعتبر الأساس الهندسي لفهم طبيعة المواد واختيارها هو الإلمام بخصائصها الهندسية التي تحكم اختيار المواد لتناسب وظائف المنتج المطلوب. وتعتبر المقاومة الميكانيكية من أهم الخصائص المطلوبة لتصنيع هياكل المعدات والآلات. كما تحدد الخواص الميكانيكية للمواد (المرونة - اللدونة - الهشاشة) والمستخدم في عمليات التصنيع تصرف هذه المواد تحت تأثير القوي والأحمال الميكانيكية من شد وضغط وثني وقص ولي. وهذه الخواص تشكل في مجملها الأساس في اختيار المواد اللازمة للتصميم الميكانيكي والإنشاءات للمعدات والآلات. ومن خلال الدراسة المتأنية يتم وضع المنظومة المتكاملة لاختيار المواد المستخدمة في صناعة المعدات والآلات الزراعية كأحد العناصر الرئيسية التي تضمن نجاح عملية التصنيع لآلات ومعدات زراعية طبقا لظروف تشغيلها وطبيعة عملها. سواء كان المنتج المصنع جزء من آلة أو معدة أو آلة متكاملة.

الصناعات المغذية لصناعة المعدات والآلات الزراعية في مصر

تعتبر الصناعات المغذية للمعدات والآلات الزراعية ذات أهمية كبيرة في المساهمة في رفع عملية التصنيع المحلي لأجزاء المعدات والآلات الزراعية. ويوجد في مصر قاعدة متكاملة للصناعات المغذية تتمثل في:

- صناعة المسبوكات (جسم محرك الجرار الزراعي - مسبوكات صلب لأجزاء المعدات الزراعية.....الخ) وتتواجد هذه الصناعة بشركة حلوان للمسبوكات.
- صناعة المطروقات (المطروقات الصلب مثل الكرنك - ذراع التوصيل - التروس - الأكسات - الصدر - الروافع - الأعمدة - سكاكين المحاريث...الخ) وتتواجد هذه الصناعة بشركة النصر لصناعة المطروقات.
- صناعة مسبوكات الألومنيوم (اسطوانات لانتاج الأجزاء المختلفة المطلوبة من سبائك الألومنيوم) وتتواجد هذه الصناعة بالشركة العامة للمعادن.
- صناعة قطاعات الصلب (تصنيع الهياكل مثل الكمر والزوايا والألواح...الخ) وتتواجد هذه الصناعة بشركة الحديد والصلب المصرية.
- صناعة المحركات بالكامل... وتتواجد هذه الصناعة بشركة النصر لصناعة السيارات وشركة حلوان لمحركات الديزل.
- صناعة معدات التغذية ومضخات الوقود... وتتواجد هذه الصناعة بالهيئة العربية للتصنيع.
- صناعة الإطارات والبطاريات... وتتواجد بشركة النقل والهندسة.

موقف التصنيع المحلي للآلات والمعدات الزراعية والشركات القائمة عليها :-

تنقسم فروع التصنيع المحلي الي :

- تجميع وتصنيع الجرارات وأجزاءها وقطع غيارها .
- صناعة معدات المكنة الزراعية وأجزاءها وقطع غيارها .
- صناعة قطع الغيار للمعدات المتواجدة حاليا وذلك بغرض صيانتها وتشغيلها بكفاءة .
- أجراء العمرات العمومية لمعدات المكنة الزراعية بأنواعها المختلفة .
- ويمكن تصنيف بعض الشركات القائمة علي تصنيع آلات ومعدات الزراعة محليا وفقا للآتي .
- مصنع حربي ٩٩٩ (عزاقات الدورانية_المحاريث الدورانية_المحشات_آلات الدراس)
- شركة حلوان لمحركات الديزل (طلبات الري_محركات الديزل الجرار حلوان ٣٥ ح_رش مبيدات)
- مصنع صقر (السطارات - طحن وجرش الحبوب)
- مصنع قادر (السطارات - المحاريث الدورانية)
- شركة مساهمة البحيرة (المحاريث بأنواعها حفار - قلابة - تحت التربة -القصابيات - المقطورات)
- شركة النصر لصناعة السيارات (جرارات زراعية ٦٥ ح)
- ميتو للتجارة والمكنة الزراعية (مقطورات زراعية آلات دراس - محاريث - عزاقات آلات رش مبيدات -قصابيات)
- الشركة العربية للتجارة (مقطورات زراعية آلات دراس - محاريث قصابيات)
- شركة اباكو (مقطورات)
- راضي تريد (رشاشات ظهرية)
- فريد حسنين وشركة (طلبات ري - ومعدات ري)

- ورشة النصر لصناعة المقطورات (مقطورات زراعية - محاريث - قصابيات - آلات دراس - لوادر تحميل)
 - ديا موند (آلات تسطير - آلات دراس - آلات تحميل)
 - الوايلرال فريد للطلمبات (طلمبات ري)
 - التوريدات العمومية جيسكو (رشاشات ظهرية مواتير رش)
 - الاتحاد للتنمية الزراعية (مستلزمات شبكات الري)
 - طنطا موتورز (حفار تطهير - محاريث قلابة - محاريث حفارة - قصابيات - آلات تسطير - مقطورات - آلات زراعية بطاطس)
 - الورشة الوطنية (مقطورات - محاريث - عزاقات)
 - مركز التنمية الزراعية (طلمبات ري)
 - صناعة مواسير البلاستيك (صناعة مواسير الصرف البلاستيك - مواسير شبكات الري)
 - مركز خدمة الآلات الزراعية (مجموعات الرش - مقطورات - محاريث - خطوط طلمبات ري)
 - الشرق للآلات الزراعية (طلمبات ري)
 - ميد لاند الهندسية (آلات تقطيع المخلفات)
 - مصنع الشرقية للمرشحات الجوفية (تصنيع فلاتر ري)
- مشاكل ومعوقات عمليات تصميم وتصنيع آلات ومعدات الزراعة محليا :-

- واجهت عملية تصميم وتصنيع معدات الزراعة في مصر العديد من المشاكل التي تعوق التوسع المستقبلي فيها وتضع محددات تؤثر علي تطويرها واستثمار العائد من ورائها وتتلخص هذه المحددات في النقاط الآتية :
- نقص المعلومات الخاصة بالتطور التكنولوجي فيما يتعلق بالموصفات التصنيعية للخامات المناسبة للأجزاء المختلفة والموصفات التشغيلية الخاصة بها مما يؤثر علي كفاءة أداء المنتج وظهور عيوب الصناعة مما يؤثر علي عملية تشغيله وتسويقه .
- ضعف الترابط بين البحث والتطبيق والتصنيع بما يحقق التكامل في تصنيع آلة أو معدة زراعية ذات كفاءة أداء عالية .
- ضعف التدريب لمشغلي الآلات علاوة علي ضعف عمليات خدمة ما بعد البيع وبرامج الصيانة والإصلاح وعدم توافر قطع الغيار المناسبة علاوة علي ضعف برامج الإرشاد الخاصة بالتوعية للاستخدامات والتخزين السليم مما يؤدي الي ضعف كفاءة استخدام الآلات والمعدات الزراعية .
- عدم وجود الدعم المادي لتبني الفكرة الخاصة بتصنيع المعدات الزراعية بما يواكب ظروف التشغيل الحقلية تحت الظروف المحيطة .
- عدم وجود إطار تسويقي ناجح لما يتم تصنيعة من معدات محليا والتي تعتبر احدي العقبات الرئيسية في وضع اسس ثابتة لتطوير صناعة المعدات الزراعية محليا .
- عدم وجود حافز للمنتج الصناعي محليا نتيجة انخفاض العائد بالإضافة الي خفض الرسوم الجمركية علي المعدات المستوردة كاملة مما يجعل المستورد أقل سعرا وأعلي جودة نتيجة التطور التكنولوجي الهائل في الدول المستوردة .
- عدم وجود ضوابط محددة علي الاستيراد ودون دراسة جدوي حقيقية للطلب الفعلي علي معدات الزراعة ونوعياتها مما أدي الي هيمنة المعدات المستوردة علي السوق المحلي .

مقترحات الحلول وأسس خلق صناعة وطنية للآلات والمعدات الزراعية :-

- وحتى تستقر الصناعة الوطنية للمعدات الزراعية فإن الحاجة ماسة إلى تحقيق ذلك من خلال المحاور الآتية
- ١- دراسة إنشاء مركز معلومات متخصص لصناعة الآلات والمعدات الزراعية، استغلال التطور الهائل في الاتصالات وشبكة الإنترنت لتسجيل المعلومات الأساسية والإنتاج للعاملين في صناعة المعدات مع توفير الدراسات الفنية اللازمة لوضع إطار عام لاحتياجات قطاع الزراعة من الآلات والمعدات في ضوء الأهداف المطلوب تحقيقها في مجال ميكنة العمليات الزراعية .. علي أن تشمل هذه المعلومات علي إجراء دراسة ميدانية متكاملة للحيازات الزراعية لأخذ ذلك في الاعتبار عند تصميم الآلات والمعدات الزراعية وبما يتناسب مع هذه المساحات .
 - ٢- دراسة الإمكانيات التكنولوجية المتوفرة للتصنيع المحلي للآلات والمعدات الزراعية وقطع الغيار وعلي الأخص الصناعات المغذية - الصناعات الوسيطة - إمكانيات البحوث والتطوير - إمكانيات الاختبار - الجودة - أولويات التصنيع المقترحة مع ضرورة الاهتمام بتطوير وتحسين خصائص الخامات المتاحة محليا والوصول بها إلى مواصفات المواد العالمية مع العناية بالمعاملات الحرارية وغيرها مما يحسن من نوعياتها مع الدعوة لوضع مواصفات قياسية للمعدات الزراعية تتفق مع طبيعة المناخ والتربة في مصر .
 - ٣- دراسة اقتصاديات التصنيع من حيث حجم السوق - المنافسة علي البديل أو المستوردة - حجم الاستثمارات المطلوبة - التمويل العائد المتوقع - المساهمات والمشاركات من المستخدمين الأفراد مع إجراء دراسة سوقية عن الأسعار والقدرات الفنية للمعدات والآلات المنافسة لأخذ ذلك في الاعتبار عند تصنيعها وتحديد أسعارها مع فتح مجال التسويق للمعدات والآلات الزراعية من خلال المؤسسات والبنوك ورجال الأعمال والمستثمرين .
 - ٤- تنمية المهارات الابتكارية للباحثين لحل مشاكل استخدام الآلات الزراعية وتطويرها لتلائم الظروف المحلية ضمن برنامج متكامل لتصميم وتطوير الآلات الزراعية وذلك بالتدريب علي نقل التكنولوجيا المتطورة .
 - ٥- تدريب الفنيين بالورش وشركات تصنيع الآلات والمعدات الزراعية بالقطاعين العام والخاص لإنتاج النماذج الأولية للآلات المطورة والمبتكرة مع القيام بالدور الإرشادي لنقل التكنولوجيا التي تتناسب مع ظروف المزارع المصري بالتعاون مع الشركات الصناعية في تقديم الآلات ذات المردود الاقتصادي .
 - ٦- تفعيل دور بنك التنمية والائتمان الزراعي في تسويق المنتج الوطني مع الإسهام بدور إيجابي وملمس في عمل تسهيلات لمنح قروض لتمويل المشروعات الزراعية المرتبطة بميكنة العمليات الزراعية .
 - ٧- الاهتمام بالصناعات المتوسطة والصغيرة من خلال التنسيق والتعاون صناديق الخدمات الاجتماعية وبنوك الائتمان مع التوسع في تصنيع المعدات الزراعية عن طريق :
 - تشجيع الاستثمار في شراء وتأجير المعدات الزراعية .
 - تشجيع الاستثمار في إنشاء ورش الصيانة والإصلاح.
 - التحول إلى عمالة فنية تعمل في مجال صناعة الآلات الزراعية .
 - قيام تجارة الآلات الزراعية وقطع الغيار المصنعة محليا .
 - ٨- دراسة التشريعات واللوائح التي تعمل علي إيجاد المرونة المتكاملة في تنفيذ وحماية المنتج من خلال وضع مقترحات محاربة الإغراق والتي تؤثر الي حد بعيد علي الصناعات المحلية من خلال خفض الجمارك علي مستلزمات الصناعات المغذية ووضع مواصفات قياسية محددة والتي تؤدي إلى استيراد الجيد منها فقط .

دور الهندسة الزراعية في تأصيل استخدام معدات الزراعة لخدمة البيئة الصحراوية بالمشروعات القومية
يتركز دور الهندسة الزراعية في استخدام وتطبيق الأسس والمفاهيم الهندسية علي عناصر الإنتاج الزراعي الرئيسية وهي بيئة الإنتاج وما تتضمنه من ارض وماء ومناخ بالإضافة إلى عنصر العمل ورأس المال من خلال المجالات الأساسية التالية.

هندسة الأراضي والمياه

وتتمثل في تأثير اتباع نظم الري بالتنقيط ونظم الري بالتنقيط تحت سطحي والذي خلصت فيه الدراسات إلى تفضيل استخدام هذه النظم لفترة ماء الري وهنا يبرز دور الهندسة الزراعية في ترشيد مياه الري وتقليل الفواقد والمحافظة علي التربة الزراعية في مناطق المشروعات التنموية القومية من التلوث.

مكنة العمليات الزراعية الحقلية

ويمثل دور الهندسة الزراعية في هذا الصدد في تطوير وتطوير المعدات والآلات الزراعية بما يتلاءم مع الظروف الزراعية وبيئة الإنتاج مع تشجيع التصنيع المحلي الكثير من المعدات والآلات الزراعية التي تناسب مختلف البيئات الزراعية ومن أمثلة ذلك تصنيع نماذج مختلفة لمعدات مكنة النخيل تختلف في تصميمها وتصنيعها طبقاً لمناطق تشغيلها.

هندسة المنشآت الزراعية والتحكم البيئي داخلها

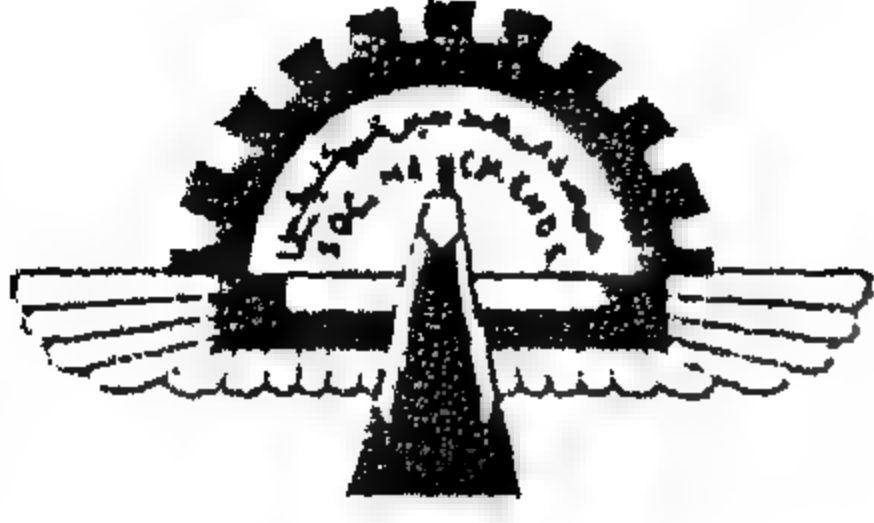
وذلك من خلال تحديد المواصفات الهندسية الفنية للمنشآت الإنتاج الحيواني وتحديد السعة الحرارية ودرجات التهوية اللازمة وتحدد المواصفات الهندسية أبعاد توجيه مباني الإنتاج الحيواني ومواد بنائها بالإضافة إلى تحديد المواصفات الهندسية للصوب الزراعية والتحكم البيئي داخلها واختبار خاماتها مع مكنة العمليات الزراعية وهندسة الري المنفذ بها.

هندسة تصنيع المنتجات الزراعية

وذلك من خلال تطوير معدات التدريج ومجففات الحبوب والثمار وغيرها والتي أخذت طريقها في التصنيع المحلي بمصر. وتتميز معظم هذه الآلات بسرعة الإنجاز وتقليل نسبة الفاقد مع ضمان الجودة المميزة للمنتجات الزراعية .

المراجع

- ١- أ. د. / أحمد فريد السهرجي (١٩٩٢) . آفاق التعاون الاقليمي لتصنيع الآلات الزراعية .
- ٢- أ. د. / أحمد فريد السهرجي (١٩٨٩) . التصنيع المحلي لآلات والمعدات الزراعية في جمهورية مصر العربية .
- ٣- د. / أحمد أحمد محمد السيد (١٩٩٨) التخطيط الاقتصادي والزراعي للموارد المائية في شبة جزيرة سيناء ، مؤتمر الزراعة المطرية في جمهورية مصر العربية ، ٧ - ٩ مارس ١٩٩٨ .
- ٤- حسن عبود الخفاف ، د. م عبد المعطى (٢٠٠٠) . الصناعات الهندسية العربية - آفاق التكامل العربي في ظل المستجدات العالمية - قطاع المعدات الزراعية - الاتحاد العربي للصناعات الهندسية .
- ٥- أ. د. / صلاح الدين محمود الزغبى وآخرون (١٩٩٩) . المؤشرات الفنية والاقتصادية والاجتماعية لتنمية جنوب الوادي . (المجلد الثالث) - الدراسات البيئية الانتاج النباتي بجنوب الوادي . الجزء الأول - الأوضاع الراهنة .
- ٦- أ. د. / صلاح الدين محمود الزغبى وآخرون (١٩٩٩) . المؤشرات الفنية والاقتصادية والاجتماعية لتنمية جنوب مصر - المجلد السادس . المؤشرات الاقتصادية لاستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في جنوب مصر الجزء الأول - الأوضاع الراهنة .
- ٧- أ. د. / عزمي محمود البري (٢٠٠٠) ، دور الهندسة الزراعية في تنمية وزراعة البيئة الصحراوية ، مؤتمر التوجهات المستقبلية للتنمية الزراعية وبرامج الشباب، ١٦-١٩ / ٥ / ٢٠٠٠
- ٨- د. / محمد حماد سالم اقتصاديات الزراعات المطرية لشمال سيناء مؤتمر الزراعة المطرية في جمهورية مصر العربية ، ٧ - ٩ مارس ١٩٩٨ .
- ٩- د. / عبد الصبور أحمد عبد الوهاب ، استخدام مياه الري في مصر بين الواقع والمأمول ، الصحيفة الزراعية ، يناير ١٩٩٨ ، المجلد ٥٣ ، الإدارة العامة للثقافة الزراعية .
- ١٠- د. / محمد مصطفى قراعة (١٩٩٩) ، تقنيات المياه ودورها في تحقيق طموحات التوسع الزراعي في جنوب مصر ، المؤتمر السابع للاقتصاديين الزراعيين : التكنولوجيا والزراعة المصرية في القرن الواحد والعشرين للاقتصاد الزراعي .
- ١١- د. / محمد أسامة محمد سالم (١٩٩٥) ، تطوير نظم الري الزراعي تحت ظروف الري المطري بالساحل الشمالي الغربي - التقرير المرحلي ، مركز بحوث الصحراء بالاشتراك مع المشروع القومي للأبحاث الزراعية .



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمي والإبداع

1/5

التكنولوجيا والابتكار

دكتور مهندس / بهاء زغلول

Technology and Innovation

by

Prof. Dr. Bahaa Zaghloul

**Central Metallurgical Research and development Institute
(CMRDI)**

It is quite known fact that the competitiveness of small and medium sized enterprises (SME's) is greatly dependant on research and development (R&D) capability and contribution . Moreover, the technological innovation plays a very important part on the process of the development of SME,S . The continuous interaction and cooperation between R&D institutions and industries are the main corner stones for the technological development in the industrialized countries.

It is therefore essential to increase the awareness of the strategic role of the technological innovation and to improve the link between the R&D institutions and the industrial companies .

In developed countries, not only large companies, but also small and medium sized enterprises (SME's) have become major players in international technology market. Many SME'S are now the home of innovation and have become the new builders on the job market. .

In many instances, SME's are assisted by R&D institutions by providing technical and business extension services, testing facilities . problem solving services as well as R&D assistance . It is clear that, irrespective of government policies, SME's cannot attain

their full potential without improvements in their ability to access, absorb, adapt and exploit new technologies and business techniques, this is the role of R & D institutions . However, they must provide services to SME's with the highest level of effectiveness and efficiency to best enhance SME's capability to innovate and ultimately to improve their competitiveness and sustainability.

This paper describes the picture emerging from the analysis of the situation of demand (from industries) and offer (by R&D Institutions) of technology in Egypt in general and the presentation will focus on some successful cases in the relationship between R&D institution and industries in metallurgical field.

The offer side (universities and R&D centres) :

- there is a general lack of motivation in universities and public research centres to improve their capacity to directly support the industry ;
- a culture of project management, particularly for what concerns technology transfer and applied research , is missing ;
- there is a low attitude to cooperative work , both among different institutions and inside the same institution.

The demand side (industries) :

- a general distrust in the public institutions (training and R&D institutes and centres) is diffused among the private companies;
- most of the entrepreneurs don't have a sound culture of innovation: they are mainly business men looking for short-terms returns and are not able to plan medium term development plans;
- the main driving force of Egyptian companies is the low production costs and their focus is on the local and national markets;
- very little control of the technological variables of production is held internally to the companies: import of turn-key equipments

and technologies is the most diffused approach to process innovation;

- moreover, the purchase of a new technology (i.e. equipment) is in many cases directly influenced by the interested guidance and advice of machine manufacturers agents , rather than by advice from technical or research institutes or technology centres;
- there is a very low capacity to design new products with a high technological content: industries in the electronics and other technological fields usually manufacture their products under a licensing agreement with a foreign company ;
- the network of service companies capable to offer to the manufacturing industries the right technical support in implementing process and product innovation projects, is weak and not well qualified.

All of these cultural and structural factors contribute to create an environment that not facilitates the cooperation between the potential technology and know-how providers (service companies, R&D institutions, universities) and the end users (the manufacturing industries) .

Filling the gap between the demand and the offer of new technologies and creating a positive environment for technological innovation are important objectives to pursue, in order to give Egyptian's industry a real chance to grow and compete globally.

This process involves:

- a re-focusing and re-qualification of the academic and research world R&D offer;
- a wide diffusion of a culture of innovation and management;
- the easy access to qualified sources of information and to technical and management consultancy services;
- the presence of some public co-funding support, particularly for the Small and Medium Enterprises (SME's) .

The factors are there : Egyptian companies are willing to gain positions in the international markets and understand that many things have to be changed to succeed in this ; on the other side , Egypt has a very large and diffused network of universities, training

and research centres and can count on a vast availability of young and skilled people .

The Government is engaged in the effort of promoting the growth of the private sector and reforming the national economy , putting the base for a generalized improvement of the national production base.

What is missing is a catalyst, able to put the right ingredients in the system and make it work .

A main objective of the R&D organization in Egypt is to discuss about the best ways to create answers to the many issues of technological innovation in industry .

Futuristic Vision on Science and Technology Policy In Egypt

In order to support innovation activities in Egyptian industries, by strengthening R&D institutions through a long term plan , the government is taking special measurements to be enforced . The main forces for change for year 2010 agreed upon are :

- 1-increasing international integration or globalization
- 2-increasing application for information and communication technologies
- 3-improving systems for sustainable development for the environment
- 4-increasing developments in the application of biotechnology and genetic engineering

The most important technologies that will govern the 21st century are :

- 1-Information and communication technologies
- 2-Energy
- 3-Transportation
- 4-Micro-electronics
- 5-Genetic engineering and biotechnology
- 6-Suitable management control systems for the international economy

The 10 corner stones of the S&T policies Egypt to meet the 21st Century are :

- 1-Coping with the internal changes and the adaptation to the external ones
- 2-Scientific research is the determining factor for the development process, it has to be connected to the production and service sectors, shares in solving national problems and planning for the national projects
- 3-Continuous development to the management systems of scientific research and technology development in Egypt, as regards: planning, organization and monitoring and follow-up; reorganizing and restructuring the scientific research sector to suit the function allocated to it and achieve utmost efficiency and reward to the scientific research and technology development while setting objective parameters to evaluate performance .
- 4-Coordination and complete integration between research organizations inside and outside the universities and research organizations.
- 5-Introducing (Merging) scientific education into community education
- 6-Technology transfer is not a goal by itself, but is a tool to achieve our national goals, after its adaptation and linking to our circumstances and needs in the vital field
- 7-Increasing the budget allocated for scientific research and technology development from the government and optimizing its use in practical and useful works taking into consideration that the scientific research budget is not the responsibility of the government alone, but also the private sector and business men should contribute
- 8-Opening avenues to the external world and making our scientific and cultural relations with other countries come into action and especially those with the centers of excellence.

- 9-Special attention is to be given to the human caliber as it is considered the main factor in scientific research and its development .
- 10- Up-dating the infrastructure of the scientific research organizations and continuously development their financial resources



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمي والابداع

2/5

تقنيات الهندسة الميكانيكية واستخداماتها
في المشروعات الصناعية الصغيرة في مصر

دكتور مهندس / عبد المنعم عبد الفتاح

I. INTRODUCTION:

There is an increasing awareness in the international community of the important role and potential of small enterprises in fostering socioeconomic development in both urban and rural settings.

Small enterprises are dynamic entities. Some grow into large enterprises, some stabilize without changing the scale of operations, while others disappear. The success of these enterprises can be measured by their ability to survive and prosper. In their life cycle, technology is a very important but not an exclusive factor. Small enterprises are also affected by other factors such as the business environment, market factors, financing, available supporting services, and interaction with the social, economic, and ecological environment.

The meaning of a small enterprise varies from country to country but it is usually based on such criteria such as the number of employees, size of initial investment, and turnover rate. A clear definition may be useful in a particular national extent but it may not be practical attempt a universal definition. Accordingly, in what follows I did not attempt an explicit definition of small enterprises.

An enterprise of any size embodies a few basic functions that contribute to its short- and long-term prospects. One of them is technology. The technological function of an enterprise includes selection and sourcing, adaptation and absorption in the process of technology transfer, and development of technology through local innovation. Governments provide policy incentives for indigenous technological development, while regulating the nature and extent of technology transfer from abroad.

Very often, small enterprises can not afford to incorporate an explicit technological function. They could therefore benefit from links with research associations or cooperatives, and research institutes and engineering design organizations in specific sectors, universities, or other academic institutions, which could carry out research in support of such enterprises. In some cases ideas originating from some of these institutions might lead to the establishment of new enterprises. Government policies can facilitate inter-institutional transfers of knowledge and skills and also strengthen the role of technological function within enterprises.

The production function of an enterprise embodies the technology used by the enterprises. While technology transforms raw materials, energy and other inputs into products, quality control contributes to the competitive uses of such products. Government policies can have an impact on the supply of the various factor inputs needed for production and, at the same time, promote the adoption of quality-control measures to conform to adequate standards.

Despite the importance, production technology alone does not determine the level of productivity. Technology depends on the knowledge and skills of the human resources employed. The human resources function of an enterprise relates to many necessary skills in production, management, and marketing, which in the case of small enterprises are concentrated in a very small number of persons, including the entrepreneur. Entrepreneurship development is therefore essential for the success of any enterprise.

II. IDENTIFYING TECHNOLOGY OPPORTUNITIES AND STRATEGIES

Caught-up in the press of day-to-day business, managers are rarely able to focus on long-term strategies for improving productivity and overall performance of the enterprise. This is designed to help managers organize and focus their thinking in regard to developing long-term technology strategies which will contribute to the value of the enterprise. The key to this process is the ability to determine what the "gap" is, between the way operations are currently performed and how they might be performed differently in the future. It is critical that the manager be able to determine what the potential costs and benefits of those changes are.

Management in an enterprise generally goes through a four stage process in order to commit to a new technology strategy. This new technology strategy cycle proceeds from an informal planning process to a formal one:

1. Informal Idea/ Opportunity Identification
2. Informal Reconnaissance and Strategy Formulation
3. Formal Search and Negotiation
4. Feasibility Studies for Banks and Partners

In the first stage (1), Informal Idea/Opportunity Identification, a clear understanding of the needs of the enterprise must be developed. This "idea/concept phase" is critical in that it helps motivate the company to fully investigate and prepare for technology change. The second stage (2) which usually follows, involves an informal planning and reconnaissance process in which the business formulates a strategy and discovers what types of transactions and resources might be appropriate. This process requires development of a clear conceptual approach and a comprehensive plan, so that the company can gather appropriate information to test their basic idea without spending large amounts of money or managerial time.

The informal process is then followed by the third stage (3) which is a more formal search and linkage process, that begins to put together the basic resources and strategies developed in the second stage. This step will not take place if the informal process has not created a reasonable understanding of what could be developed, how it would be achieved and at what cost. In the fourth stage, these efforts ultimately lead to the development of formal plans and feasibility studies that are used to secure financing and other support. What is crucial to understand in this four step process is that the early and more informal stages serve as a screening process that determine whether the idea will continue through the development process, or will be rejected in those preliminary stages. Many good ideas just do not get developed because the enterprise lacks a simple method of organizing thinking and investigation. Thus, managers need a guide to analyzing the organization's situation, quickly formulating practical strategies, and costing out the different options. This will not only help

clarify the "gap" between the company's present situation and future options but will provide the details necessary to manage the overall negotiation and installation of the new technology strategy.

This will deal with the first two stages comprising the informal portions of the process. It is during these first two stages that the organization is analyzed and compared with the direction that the environment is likely to take in the future. It is also the point in which strategies are formed to ensure that the organization remains competitive within the context of those environmental changes. By using the technology definitions and concepts covered , and adding certain planning and analysis concepts, a simple but effective technology diagnostic tool will be provided which can guide an executive through the major stages of analysis and strategy. This technology diagnostic guide can be used as a tool to help analysts, whether they are managers or consultants, begin to identify technology needs within the organization and determine solutions to fill those needs.

DEFINING INTERNAL AND EXTERNAL FACTORS

(1). A technique critical to the overall technology strategy process is the "SWOT" analysis. SWOT stands for strengths, weaknesses, opportunities and threats. In a standard SWOT analysis, the first step is to gather information about the current situation of the organization, especially the obstacles that negatively affect the different business functions. This process involves reviewing the situation in both the external and internal environment of the organization. In addition, information must be collected about possible alternative strategies that could be implemented to fully utilize the strengths and overcome the weaknesses of the organization.

(2). Analysis of the internal environment focus on the strengths and weaknesses of each area of the organization. Usually the SWOT analysis would be accomplished by reviewing the basic management function of the organization such as marketing, production, and finance. A business diagnostic guide is needed to help the analyst organize the review and methodically identify the strengths and weaknesses of each business area individually, and to stimulate and develop appropriate strategies to accomplish the organizations goals.

(3). The external environment analysis focuses on opportunities and threats. The most effective way of analyzing the external environment is to perform an industry analysis. Michael Porter has created an industry model which allows for effective industry analysis. This model holds that industries are shaped by five forces; competitors, suppliers, buyers, threat of new entrants, and substitute products. This model will be discussed in greater detail later in this chapter.

A good business diagnostic will tell a company how to position itself in relation to each of these five forces. The positioning of the company, or the formation of specific strategies, is developed by carefully examining the strength and weaknesses of each function of the company.

These internal and external factors not only clarify needs, but also suggest various strategies to deal with these specific functions. At the end of the separate functional analysis, it is necessary to review the combination of items in the "SWOT" review and present them collectively in regard to the overall goals, needs and opportunities of the organization as a whole.

Constraints

Whenever an organization forms objectives and goals, there are both internal and external barriers which interfere with achieving those goals or objectives. These are called constraints and could include such things as insufficient capital, lack of sufficiently trained personnel, or lack of a key technology. If a company wanted to increase its market share, but lacked additional manufacturing capacity, that would constitute a constraint. Strategies must be formed to deal with constraints. For example, the company might build more capacity or contract out the manufacturing to other companies with excess capacity. Thus, dealing with constraints is critical when forming strategies to deal with factors uncovered in the SWOT analysis.

THE BASIC PROCESS OF TECHNOLOGY PLANNING

The general process of decision making for technology change contains three major stages:

1. Analyze the present situation of the company.
2. Compare the present situation with likely changes in the internal and external environments.
3. Develop strategies that bridge the gap between where the company is presently and where it needs to be based upon the expected future environment.

First, the present situation of the company must be analyzed. This means that someone must review the company operations and determine the present key factors internal to the company and external to it. The simple process of examining each function will allow an individual to build a systematic analysis of the strengths and weaknesses (internal factors) and the opportunities and threats (external factors). When combined and reviewed, these factors present a picture of the present situation of the firm.

The second stage of the analysis is to compare the present situation with the best projection of how the external and internal environment will change in the future, based upon forces outside the company's control. Such an analysis requires a long-term view of a number of different issues. Assumptions must be made about how the technology in the particular industry will change, how competition and the market will evolve, projected changes in the physical and technical infrastructure, and also how government activities may affect the industry.

The third stage is to develop strategies that can deal with both the existing situation of the firm and the expected future. Again, if an analysis is performed on a function by function basis, a variety of strategies can be developed to fit the conditions of each function. One of the most common errors in developing technology planning and analysis is to start with the general company characteristics. Without starting with function by function review, it is easy to overlook issues that will only arise when the focus is on marketing, production, or other functions as separate functions. If each function is clearly analyzed, strategies can be created to address major strengths and weaknesses of each in the context of the organization as a whole. The analysis, therefore, starts at the bottom (the individual functions) and moves upward, not from the top down.

That is, functional strategies can be combined to develop an overall set of strategies for the firm, which will lead to major long-term improvement. Naturally, these strategies will bring into question the different functional goals, the overall company goals and possibly, even, the fundamental mission of the organization.

Without a clear picture of the present situation, expected future conditions, and the associated strategic options, a manager cannot know what the company needs and the value of the strategic options available and that is essential to making good decisions regarding technology policy and negotiating effective technology agreements.

Approaching the Analysis

There is no "best way" to approach the analysis of an organization for technology change nor to plan for good management. However, there are some generally accepted strategies in any technology change analysis. These are used by most successful business managers and consultants in evaluating technology transfer strategies:

1. "What is the value of change?" Good analysts know how to identify needs in different parts of the business and find appropriate strategies to meet these needs. Especially important, is the ability to assign specific costs and benefits to each alternative technology change strategy.
2. "Keeping a view of the whole picture." Good analysts know that problems and opportunities in one area of the business affect other areas, often in ways that are hard to detect. Therefore, managing technology change requires an awareness of the interrelationship between different parts of the company, as well as the relationship between the company and its outside environment.
3. "Finding resources is the key." Good analysts know how to find the resources they need and how to get them into their firm at the right time and at the right cost.

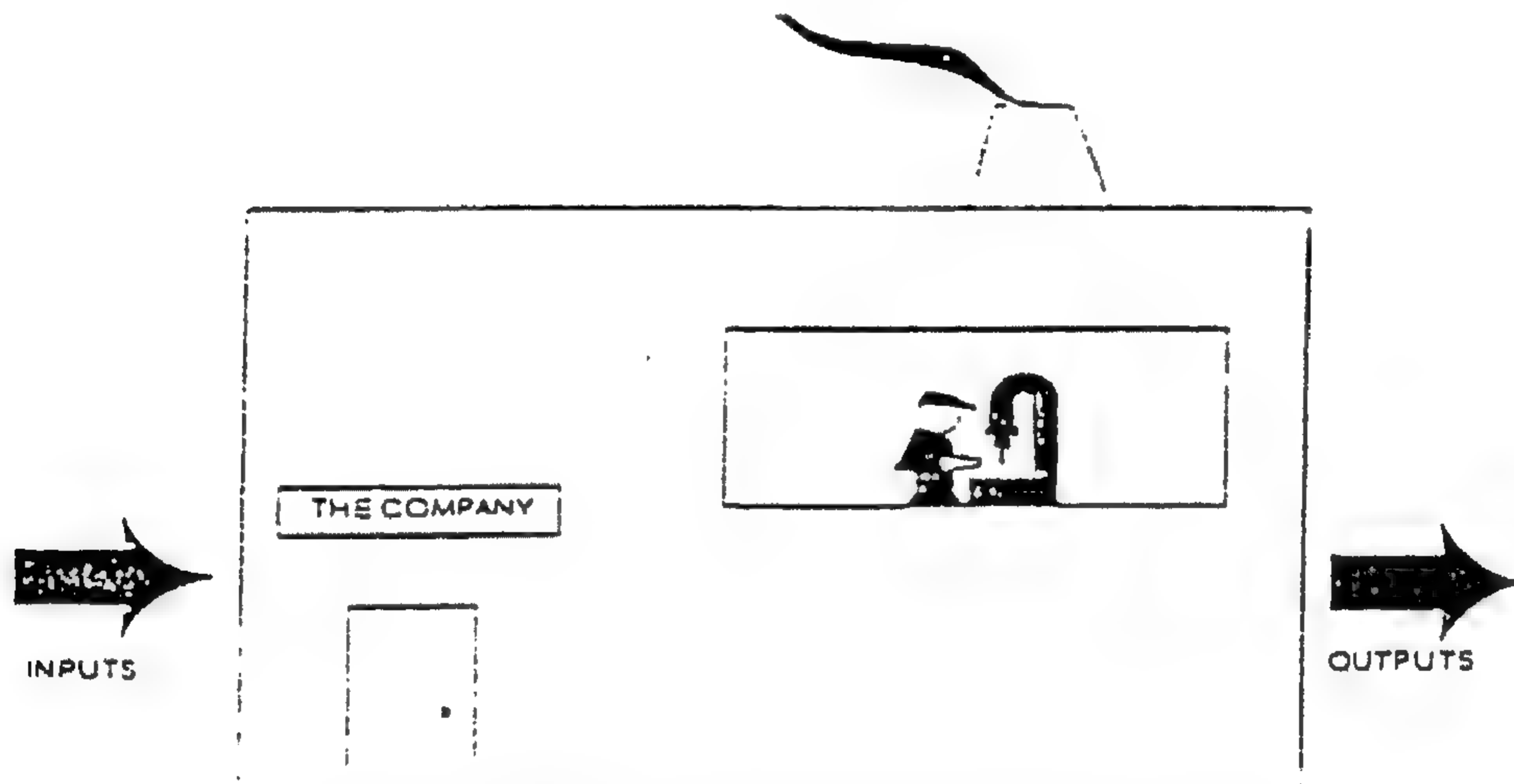
An effective technology diagnostic guide should help the business manager or consultant think through all the issues that should be considered in any review of an organization. Most experts agree with the above statements regarding key factors in

technology analysis. Most agree that the place to start analyzing is with the existing situation, including the internal aspects of the business organization and the external environment that affects the firm, especially the market factors.

Experts also agree that it is important to focus on what types of constraints affect the improvement of the technology situation within a firm. In addition, developing different strategies or action plans should not only clearly define how a goal would be achieved, but also show how the strategy or plan will cope with specific internal and external constraints.

To build productivity through technology improvement, a manager or consultant must be able to find opportunities and threats to the organization by looking at the business from many different perspectives:

- as a system of technologies both hard and soft that transforms inputs;
- as a flow of work from where value is added at many different stages;
- as an organization of people applying soft and hard technologies;
- as a group of interrelated functions such as marketing, production and finance.



The Business Organization as a System That Transfers Inputs Through the Application of Technologies by People

As discussed earlier, one approach to analyzing a firm and identifying its needs is to consider the business as a combination of hard and soft technologies. It is relatively simple for staff to visualize hard technology as equipment, products and the overall physical plant. It is inherently more difficult to imagine the soft technologies of a firm, which are the management technologies such as the marketing, finance, and production systems, that are required to utilize the hard technologies. The technology analysis should focus on what the business wants to change and who will supply the necessary resources for change, such as information, equipment, and training.

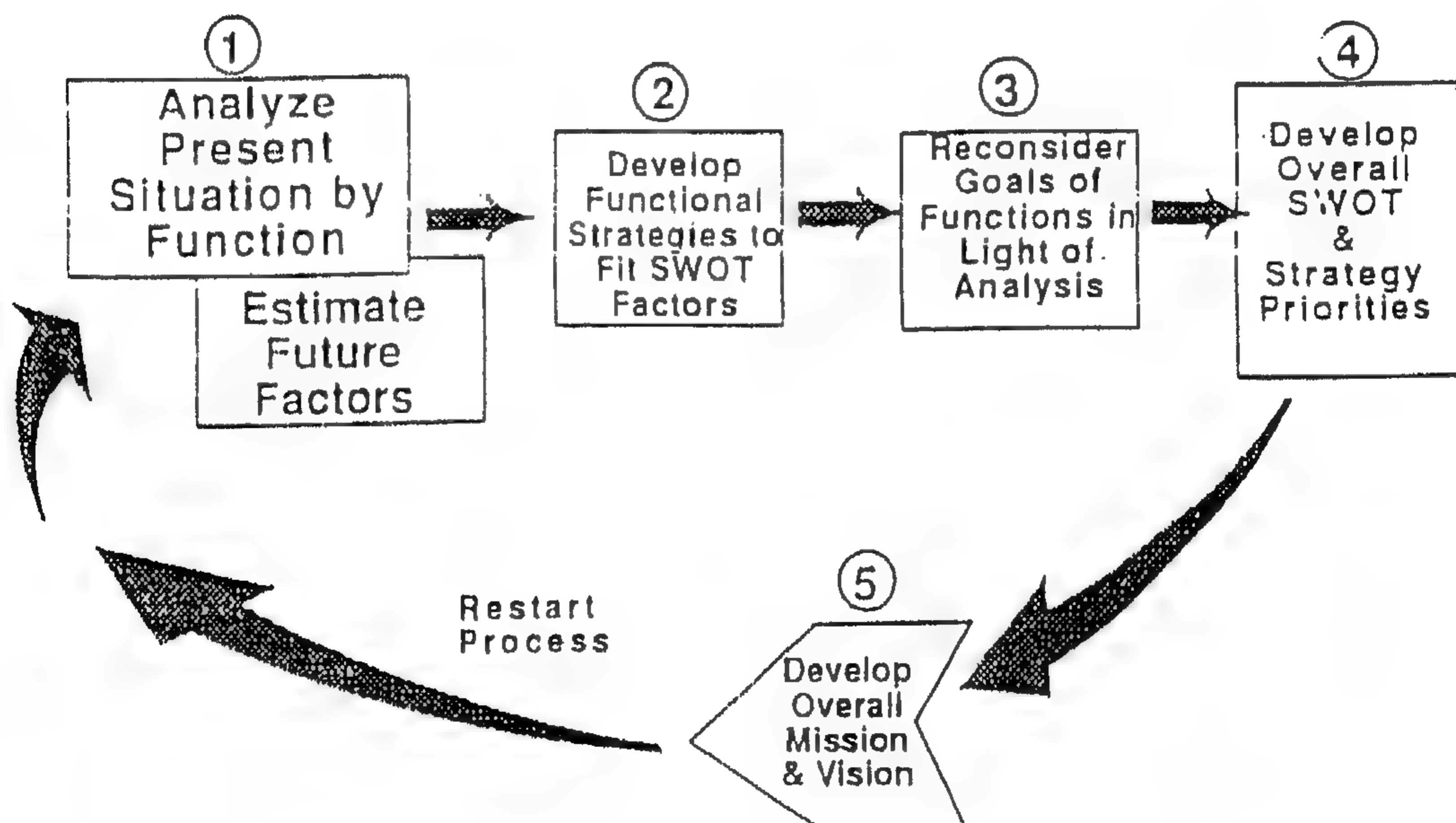
The General Diagnostic and Strategy Steps

The above three stages of technology strategy development can be broken down into five specific steps which the manager must go through in order to perform the required analysis and make the necessary judgments:

1. Evaluate the company situation (internal and external) function by function.
2. Estimate key changes in the future that will change the internal and external factors of each function.
3. Develop relevant strategies for each function, considering present and future expectations.
4. Combine and prioritize the internal and external factors (strengths and weaknesses, threats and opportunities) for the overall company.
5. Combine and prioritize strategies in light of the overall company analysis.
6. Reconsider the overall mission and vision statements and their focus for the company, given the developed situation analysis and strategy development. Does management need to change or adapt these central guides?

These steps below illustrate the basic planning process described in a variety of texts, and used in some similar format by virtually all business planners.

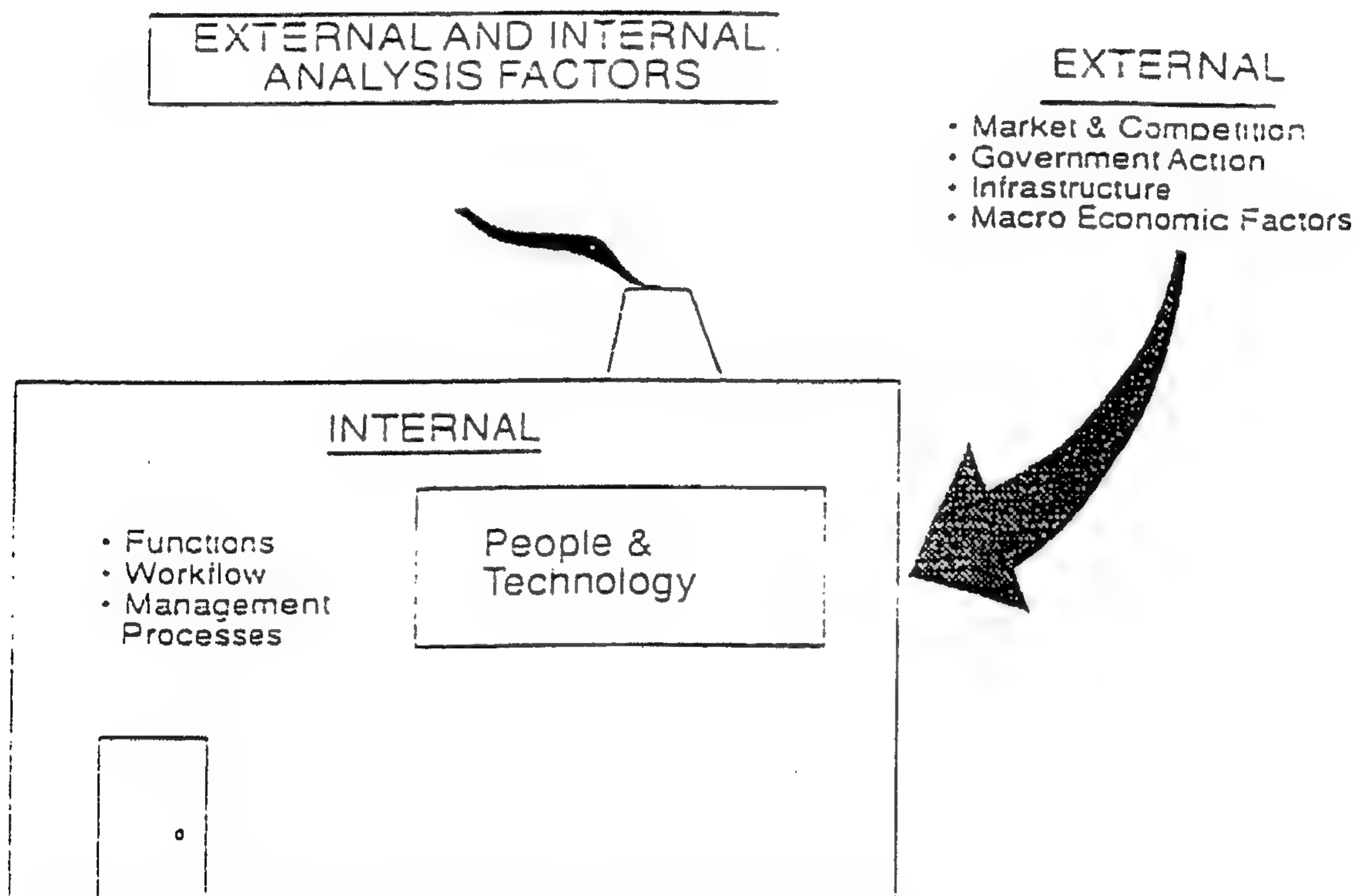
BASIC CYCLE OF TECHNOLOGY PLANNING ANALYSIS



HOW TO START THE ANALYSIS OF THE BUSINESS

Every analyst has a formal or informal process by which he or she begins assembling information about the business being reviewed and the technology needed. In this review, the analyst will determine which aspects of the organization are working well, which are not, and what can be done about the strengths and weaknesses found, in order to help the business achieve its goals, and improve or expand its available technology.

Any business organization is basically a system of inputs, transforming activities and outputs. The dress manufacturer has inputs of cloth, buttons and thread. It transforms these materials by cutting the fabric, sewing the garments and pressing them before shipping the output (finished dresses) to their customers. The success of the operating system depends on how the company's basic internal activities are managed and how those activities fit into the external environment. The analysis can be started from this fundamental understanding of the firm.



The Basic Internal Analysis

Usually the analysis will start with an internal focus. Three basic approaches can be used to compile an extensive analysis of the data, which is summarized as the SWOT issues. The internal analysis provides the strengths and weakness for the SWOT issues. The analysis should view the company through a focus on the different functions, the work flow and the processes of management.

Examining Different Functions

Michael Porter's value chain is a useful tool for examining the functions performed by an organization. This provides a fairly general overview of how the organization operates and is extremely useful in presenting the "big picture". Under this approach, the manager needs to categorize the functions that the organization performs and arrange them into a value chain.

Reviewing Work Flow

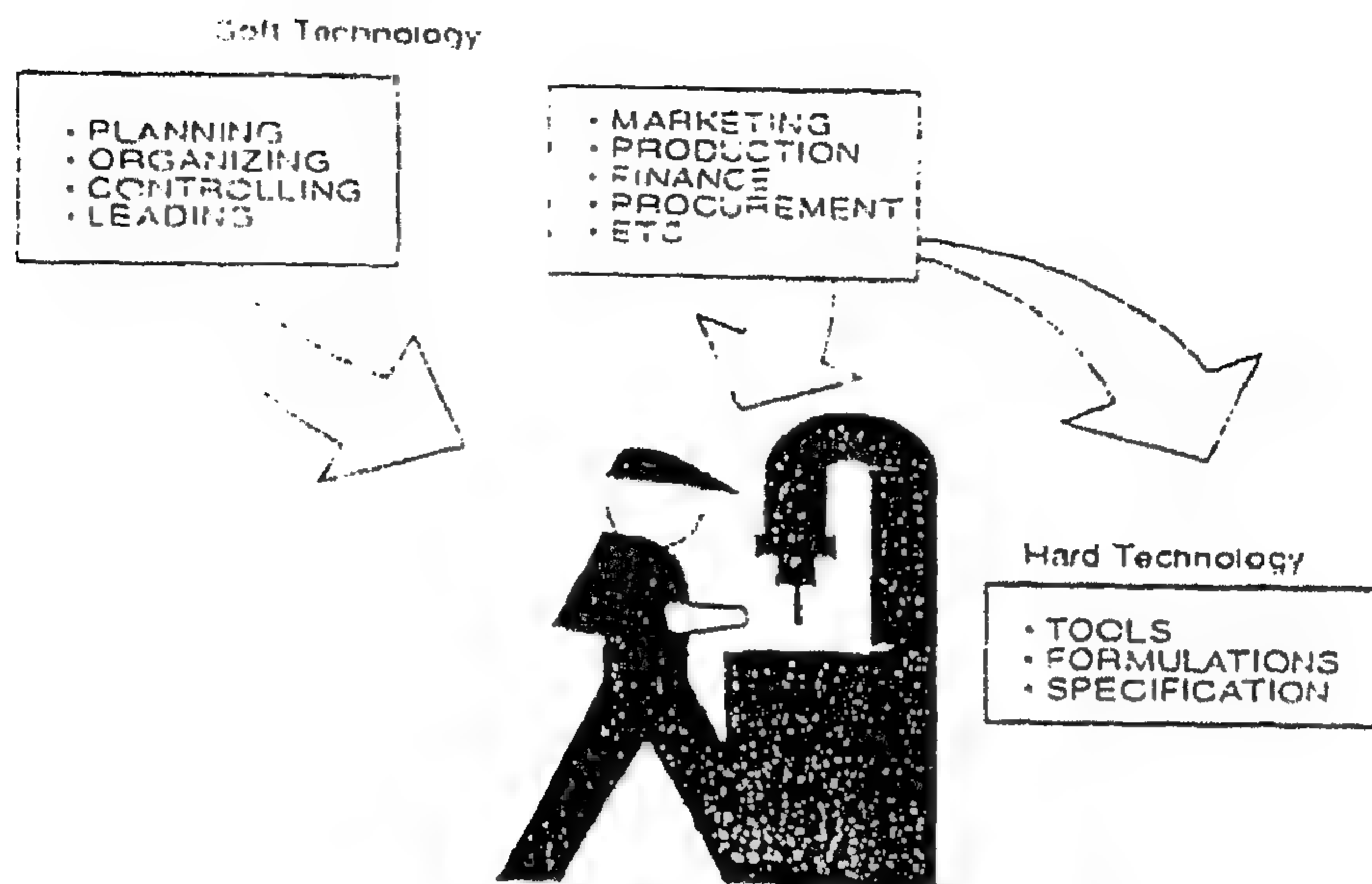
A second approach to viewing the company and looking for the key issues and possible strategies, is to examine the work flow. This approach follows the inputs through the primary processing and manufacturing and examines how hard and soft technology systems come together at each key task area. Based upon appropriate information, the analysis should reveal the basic standards of excellence for each task area and each functional team. Checking these standards against present performance is another way of using the basic work flow, and possibly the organization chart, to systematically review the overall company. The advantage of this approach is that it presents a much more detailed picture of how the company performs operations.

The Role of Management Processes

The third method of analysis is to review the role that the management process plays in the operations of the company. Each worker or technician operates within a context of the management process. They are given goals and standards to work by, and they receive routine review through different control systems. Sometimes the worker is reviewed at his job site, but normally, periodic reports are produced to report their results and show how their activities affect the budget and standard plan for that day, week or month. All of this takes place within a particular organization of the work team or group which fits into an overall organization pattern. Of course, employees are also directly affected by their pay, benefits, incentives and other forms of reward that are provided.

In short, every individual or team in the work flow or in a supporting function is affected by the management processes (planning, organizing, controlling, leading). The strengths and weaknesses within each functional group are a result of both the skills brought to applying the hard technology as well as the effectiveness of the soft technologies in helping the individual understand the goals, standards and organization relationship they occupy. In addition, the other functional departments (marketing, finance) provide a variety of guides and information that constantly change the task of the group or individual. Marketing may change product and packaging and the finance department may help create a new type of cost accounting that will help guide routine production controls. All of these "soft" technologies affect the individual and collective tasks across the company. The analysis can simply review each key function or task area and then ask how the soft and hard technologies come together to produce an effective result.

HUMAN TECHNOLOGY INTERFACE



The Basic External Analysis

The external analysis provides the opportunities and threats for the SWOT issues. The business organization is affected by its external environment, especially in terms of market forces, and particularly direct competition. The company must also deal with government actions, especially in those areas of direct regulation, taxation, and permits. In addition, the firm must do business relying on the support the infrastructure provides. The physical infrastructure (roads, communication, power) defines the physical context in which the company operates, while the technical infrastructure (training centers, standards bureaus, laboratories) describes those supporting organizations that exist to help the business carry out certain tasks that it cannot do internally. A step-by-step discussion of each of these issues allows management to examine, not only the present factors affecting the company, but how these factors might change over the near- and long-term future.

Industry Analysis

The external environment never affects a specific company without affecting the entire industry within which it competes. Thus, it becomes critical for a manager to understand the market forces which are influencing and shaping the industry as a whole. One of the most widely used models for examining market forces is Michael Porter's "Five Forces Model." This model holds that an industry is shaped by five forces which are in constant flux. The five forces include Rivalry, Power of Buyers, Power of Suppliers, Threat of New Entrants, and Substitute Products.

1. Rivalry: This is the degree of competition among the companies in the industry. Where the competitors are numerous and evenly matched, competition tends to be intense, but where they are few or unevenly matched, competition may be weak.

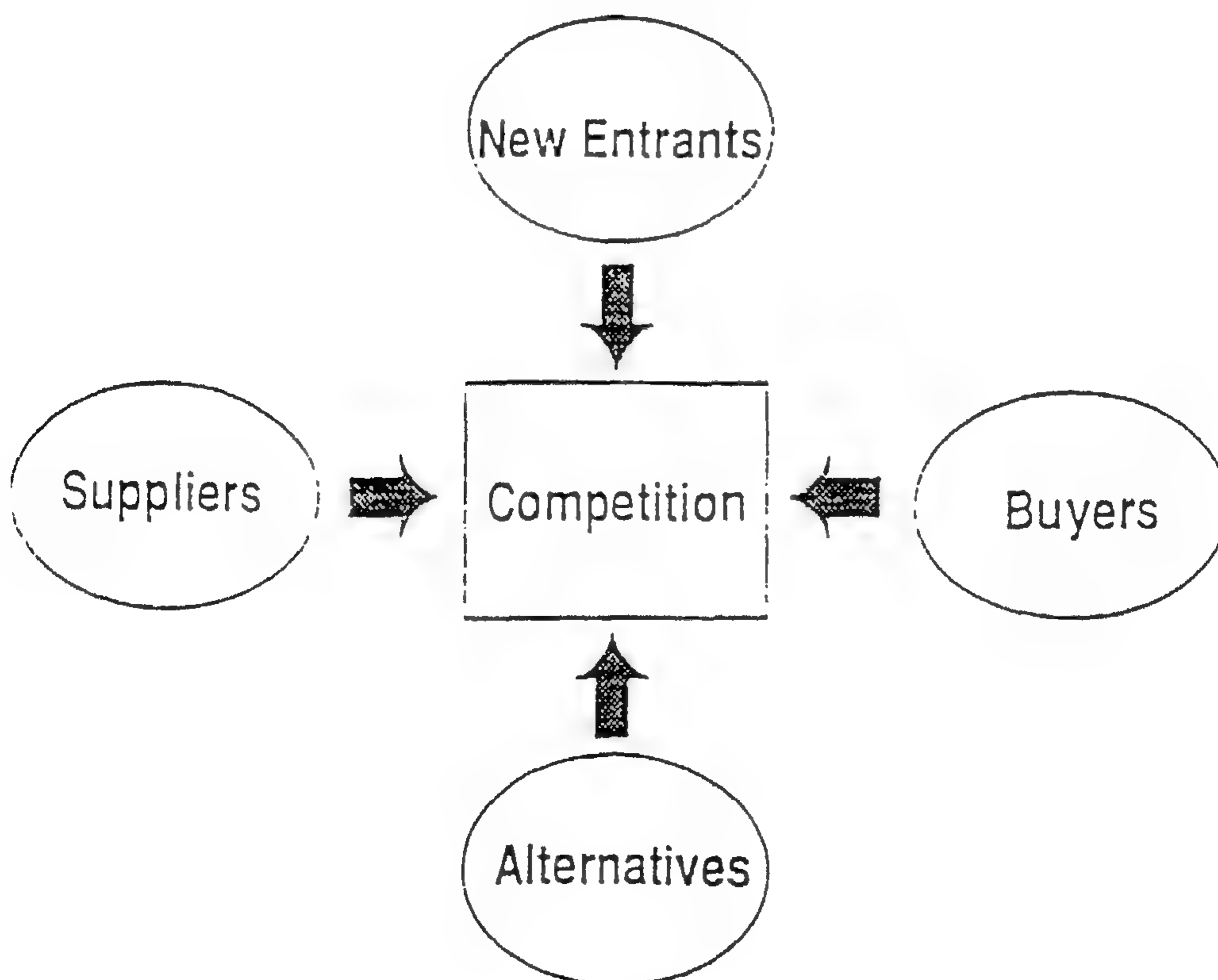
2. Power of Buyers: This examines the degree of bargaining leverage a buyer has over the companies within the industry. Where there are many buyers, they may have little bargaining leverage, but where there are a few large buyers, they may have a great deal of bargaining leverage.

3. Power of Suppliers: Conversely, this examines the degree of bargaining leverage suppliers to the companies within the industry have over them. Similarly, where there are many suppliers of a commodity component, they will tend to have little bargaining leverage, but where there are few large suppliers of a unique product, they will tend to have a much higher degree of bargaining leverage.

4. Threat of New Entrants: This examines the possibility that a company not presently in the industry may decide to enter it. For instance, a manufacturer of electronic components that other companies use to make radios, may decide to go into manufacturing finished radios.

5. Threat of Substitute Products: This examines the possibility that a new product may become available which satisfies the same need as the product manufactured by the industry. For example, personal computers have almost entirely displaced typewriters in production of written documents.

PORTER'S "FIVE FORCE" MODEL



By examining the forces that are affecting the industry, it can be determined not only how the industry is currently being shaped by them, but also may be used to deduce trends in the industry which will be a critical factor in the second step of the technology strategy analysis. An example of how this model can be used will be reviewed later in this chapter.

The Government

Governments have an important influence on the way business is conducted by every company. Some of the more obvious ways government can influence business is through direct regulation, such as product and safety standards, labeling, labor standards, and import and export regulation. Government also influences company behavior through financial measures such as taxes and subsidies which include tax incentives, training assistance, access to low interest loans, and a variety of other programs to assist companies to compete more effectively. Certainly, governments play an aggressive role in both constraining and encouraging technology change in companies.

The Physical and Technical Infrastructure

A major element that affects company planning is the limitations placed on it by the physical infrastructure. Ports, roads and other aspects of transportation dramatically affect a company's ability to source inputs and get products and services to customers. The availability of water, steam and power also shape plans for what type of technology would be most useful. Less visible but equally important is the technical infrastructure. Business organizations can greatly benefit from the availability of laboratories that help test new processes, training centers that can help develop human resources, and the information and research support from universities and associations. A surprising amount of productivity improvement results from a company's ability to use the local assistance that can be accessed through consultants, suppliers and chambers of commerce.

The Macroeconomics Environment

The geography, climate and social economic factors of the environment create the basic environment in which the company must operate. Examples of some of the major factors that must be considered include costs of labor, financing costs, exchange rate fluctuations, and inflation. In addition, the basic political environment and the stability of government and local institutions are vital to the success of the company.

Culture

Culture is defined by Franklin Root as the unique "lifestyle of a given human society: a distinctive way of thinking, perceiving, feeling, believing, and behaving that is passed on from one generation to another" (Root, 225). Different kinds of social factors affect how the community will respond to products and business services. Social factors also influence the way regulations are developed and implemented by government. Evaluating cultural factors is extremely complicated, yet all technology strategies must take into account what kind of cultural variables may affect the choice of the appropriate technology and its installation.

Technology

The enterprise seeking to make technology improvements must obviously be aware of the external environment in terms of what technology changes are taking place in the industry and in related industries. In general, the firm should think of those long term technology changes that will result from incremental scientific advances or research breakthroughs, that will radically change the overall industry and its products. The more immediate technology issues that should be examined are those that are normally associated with process or product modifications. These are improvements or changes that relate to existing procedures, products, or techniques, and which normally are visible through the standard industry information channels that include consultants, trade shows, and industry specific publications.

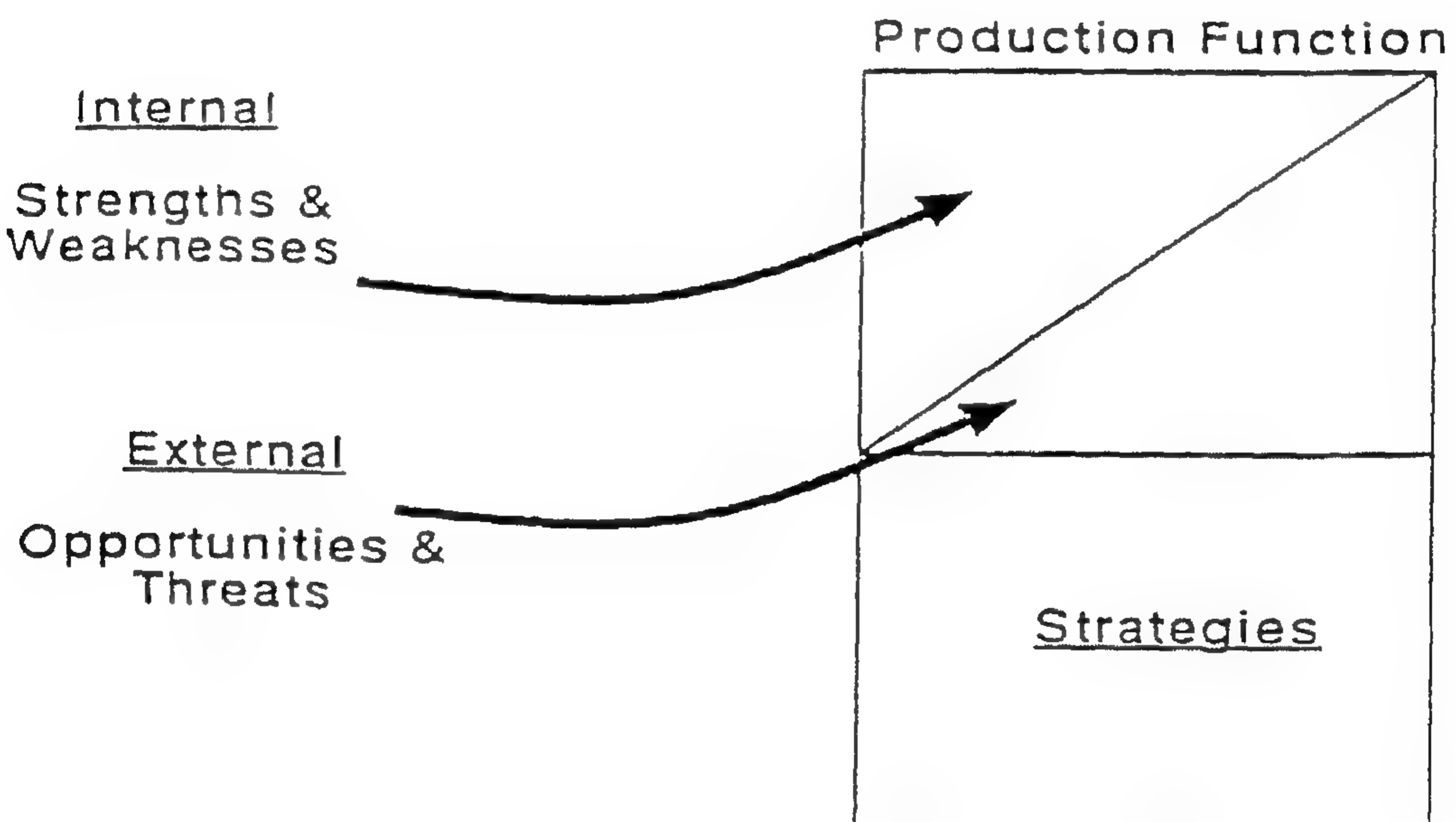
Organizing Overall Company SWOT Summary

The basic situation of the firm is defined as strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT). The data on the basic information should be organized in a manner that allows the analyst to review the particular functional situation in terms of the goals for that function. Later, the analyst will focus on brainstorming strategies that must deal with the situation, relieve constraints and help each functional area achieve its goals. The analyst might also call into question the stated goals, lead to changes in them or even changes in the overall goals and mission of the company. The key functional areas should include the inbound logistics (suppliers), staff resources (personnel, R&D, finance), production, marketing and outbound logistics (buyers). The following chart summarizes how the individual functions would be analyzed in regard to its situation (SWOT), and then matches strategies to each function. At the end of the function by function analysis, we need to summarize the key SWOT factors for the entire firm and view these in relation to the goals of the company.

						OVERALL COMPANY VIEW
						GOALS
SITUATION (STRENGTHS & WEAKNESSES)	INBOUND LOGISTICS	STAFF RESOURCES R&D FIN PERE	PRODUCTION	MARKETING	OUTBOUND LOGISTICS	SW
SITUATION OPPORTUNITIES & THREATS						OT
STRATEGIES						STRATEGIES

The matrix is an overall summary of what analysis steps must be completed before bringing together all the observations for a coordinated summary of the overall SWOT factors as well as key strategies for the company as a whole. The analysis then begins by working through each function and asking what are the factors (internally and externally) that affect and describe the present situation of that function. These SWOT factors are cataloged as strengths, weaknesses, opportunities and threats for each function. Then, for each function, the SWOT analysis should suggest several strategies that would address the situation and help the company achieve the goal of that function. However, the strategy exercise may cause the analyst to change the goals as a result of what has been uncovered in the functional analysis to that point.

For example, in the earlier garment case, the basic analysis of the production function showed a need for a new control system and suggested a strategy to hire a consulting firm. It was estimated that the value of installing successfully a new control system would be \$360,000 of cost savings.



Once the overall set of functions have been analyzed and defined in relation to the SWOT details, the manager must then pull together an overall summary of these issues in regard to the whole company. At this stage of the analysis, the different strategies and issues for different functions may be in conflict or several strategies may exist that can deal with factors in a group of functional departments. At the end of this process, the analysis will have started at the functional level and moved up to a consolidated set of SWOT factors for the whole company, a corresponding set of strategies, and possibly, modified goals. In short, this is a process that begins at the situation analysis for each function and then moves to a process of "back and forth" review that brings goals, situation and strategies into some type of harmony. In the end, this process may ultimately even call into question the basic mission of the company. Thus, the diagnostic and planning process is a continuing one that returns the management to the original goals and mission and starts the overall planning steps again.



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمي والابداع

3/5

دراسة عملية لتهب الغازية المنبعثة من حارق ذو مداخل هواء متعددة

مهندس / حسن صادق محمد هيكل

AN EXPERIMENTAL STUDY OF GASEOUS FLAMES ISSUING FROM AN AIR – STAGED BURNER

H . S . MOHAMED * M. A. NOSIER ** and S . A . SOLIMAN*

ABSTRACT

This paper describes the study carried out to investigate the problem of NO_x formation during turbulent diffusion combustion , using a new combustor design . This combustor is claimed to be capable of reducing the noxious emissions such as fuel bound and thermal nitrogen oxide products [1] . It may be employed in different ranges of equivalence ratio , fuel flow rate and combustor applications including , heating of large water boiler products , burning of paper and developing of high pressure gasses used in the generation of turbine power . The present work is devoted to extensive study on this combustor. Based on the basic features of the combustor described in the original patent [1] , a combustor is designed , manufactured and assembled with the necessary auxiliaries in the mechanical power labs . of Ain Shams university .

In the present study an experimental investigation is conducted on the exit temperature , carbon dioxide and nitrogen oxides issuing from an air- staged combustor . The fuel is the commercial butane . The problem parameters investigated are the mass ratio (m_f / m_a) , the fuel flow rate (m_f) and the equivalence ratio (ϕ) . It is found that the exit temperature increases as the equivalence ratio (ϕ) approaches stoichiometric . The NO_x concentration decreases by decreasing the mass ratio (i . e. by increasing the degree of air staging) . This is linked with an increase in the local equivalence ratio above unity and the consequent drop in the temperature of this zone carbon dioxide concentrations were also correlated to the high temperature .

* ATOMIC ENERGY AUTHORITY HOT LABORATORY CENTER , P.O- 13759 ABO-ZABAL

** DEPARTMENT OF MECHANICAL POWER ENGINEERING FACTULTY OF ENGINEERING AT AIN
SHAMS UNIVERSITY CAIRO , EGYPT

Introduction

NO_x and gaseous emission are important air pollutants formed during combustion process . Their role in the formation of photochemical smog is well established . They also contribute to the formation of acid rain . Removal of NO_x and the detrimental gaseous from flue gases are difficult and expensive . Combustion modifications to reduce potential emissions by about 50 % are standard practice in the U.S. [2] . In japan and Europe flue gas treatment techniques such as selective catalytic reduction (SCR), which can achieve emissions reductions of 90 % are widely used . One of the most famous methods that belongs to the class of combustion modifications for reduucing NO_x emission is that well known as “ staged – air combustion „ [2]

A new combustor is claimed to be capable of reducing the noxious emissions such as fuel bound thermal nitrogen oxide products [2] . This combustor is based on the principle of staging the combustion air. Such combustor relates generally to gas turbine combustors and more particularly , to two – stage combustors capable of developing separate fuel rich and fuel lean zones for improved combustion and for minimizing nitrogen oxide (NO_x) products . The combustion in this combustor may be divided at least into two stages , a primary stage and a secondary stage . In the primary stage , partial combustion is carried out for higher fuel – air equivalence ratio than that of usual non – staged combustion . After the partial combustion , secondary air is supplied to the secondary combustion chamber . Primary and a secondary swirling air are introduced through tangential tubes to the combustor .

The main purpose of the present study is to test proposed combustor design . This has been achieved through the design and construction of a combustor , which resembles the proposed combustor in the main features . The performance of this combustor is made, focussing on investigating how NO_x emission levels are affected by the operating conditions of the combustor .

Experimental Work

The Low NO_x Combustor .

The main element of the test rig of the persent work is the combustor . This combustor is designed , manufactured , assembled and mounted in the mechanical power laboratory of the faculty

of engineering , Ain Shams University . Although it differs from that of the American patent [1] , fig .1, in general shape and construction , still maintains the basic airodynamic features of it .

In this combustor , fuel is injected along that axis of the combustion chamber . swirling – primary combustion air is injected separately . The primary air keeps on swirling around the fuel tube , and mixes with the fuel jet when it exceeds the tube end and fuel nozzle . Swirling secondary air is then admitted through tangential ports , located in a plane which is perpendicular to the main flow direction .

The Main Combustor Components

As can be seen from fig. (2) , the combustor consists of the following main components :

- Gaseous fuel line .
- A stag of swirling primary air .
- A stage of combustion chamber .
- A stage of compressed air chamber .
- A stage of swirling secondary air supply .
- A stage of swirling ternary air supply (not tested in the present work)
- A stage of exhaust gaseous .

Referring to fig (2) , the combustor comprises seven pipes of progressively lager diameter . These pipes may be mounted in a conventional manner (not shown) , the overlapping , substantially concentric alignment of the pipes defines a central passage and annular passages extending longitudinally between the corresponding pipe walls . Each of the central and annular passages respectively defines a central intake opening and annular intake opening formed at one of the pipes .

Annular divergent nozzles are respectively positioned within the outlet opening of the pipes along the inner end of the inner pipes .These nozzles serve to from gaseous envelops including toroidal vortices . All of the above concentric pipes , for the combustor are used as following :

Test Rig Operation Procedure

The following procedure is carried out : -

1. The total air flow rate is estimated and adjust to suit the fuel flow rate and the equivalence ratio under consideration .

2. The relative distribution of the primary and secondary combustion air are estimated and adjusted by means of the relevant valves and monitored by corresponding instrumentation as required .
3. Temperature , carbon dioxide and NO_x emission are measured at the combustor exit . The latter two have been measured by means of a sampling probe that was connected to the CO_2 and NO_x analyzers .
- 4- In selected experimental runs , temperature was measured not only at exit, but also along the combustor axis .

Results and Discussion

The results of the experimental work and their discussion are presented in this research . Series of experiments were conducted to measure the temperature, CO_2 and NO_x emissions with different values of fuel flow rate ($m_f = 1.2 \text{ kg/hr}$, 1.6 kg/hr , 2 kg/hr , 2.5 kg/hr , 3 kg/hr) , and with different values of equivalence ratio ($\phi = 0.62, 0.71, 0.83$) for different values of primary air to total air (m_1 / m_{tot}) . Also , the temperature distribution along the combustor axis was measured for different fuel flow rates and equivalence ratios .

The temperature was measured by chromel –Alumel thermocouples, CO_2 concentration was measured by infrared analyzer. NO_x emissions were measured by chemiluminescent analyzer. The effect of air mass ratio on the temperature distribution along the primary combustion zone was studied .

Effect of The Experimental Variables on Gas Properties at Exit

Effect of Air Mass Ratio (m_1 / m_{tot}) on The Temperature, CO_2 and NO_x Emissions at Combustor Exit .

The temperature, NO_x and CO_2 variation with air mass ratio (m_1 / m_{tot}) is shown in figures (3.1-3.3). Such variation , in general , follows the same pattern in all figures .The temperature increase with increase in (m_1 / m_{tot}) until it reaches a peak value ; afterwards the temperature drops . The value of (m_1 / m_{tot}) at which the peak temperature occurs varies with changes in fuel flow rate or in overall equivalence ratio . It is worth – mentioning that for fixed fuel flow rate the mixture in the primary zone becomes stoichiometric when the following relations are satisfied :

$\phi_p = \phi_{st}$ when $(m_l / m_t) = \phi_{overall}$, such condition is illustrated by drawing dashed lines at the right hand side of each figure, refer for example to fig (3.1). Increasing the temperature with increasing the mass ratio (m_l / m_{tot}) occurs due to the approach of the local equivalence ratio (ϕ_{local}) in the primary zone to the stoichiometric value. Also, decreasing the temperature after this value is due to the increase in the primary air concentration (dilution effect).

Figures (3.1-3.2) are plotted for fuel flow rate 3 kg/hr and equivalence ratio 0.83, 0.71, 0.62 respectively. The temperature increases in these figures by increasing the mass ratio until a peak value at (0.40) after this peak the temperature decreases by increasing the mass ratio m_l / m_{tot} . It is worth noting that the local equivalence ratio (ϕ_{local}) achieves its stoichiometric value at $m_l / m_{tot} = 0.83, 0.71, 0.62$ respectively, as shown in the figures by the vertical dotted line at the far most right side.

Effects of overall Equivalence ratio on temperature, CO₂ and NO_x emissions at Combustor Exit

The temperature variations with equivalence ratio are shown in figures (4 - 5). Temperature increase as the equivalence ratio increase from 0.62 to 0.83. The temperature should have the maximum value around stoichiometric equivalence ratio, as expected, although not tested in the present work.

Carbon dioxide (CO₂) increase with increasing the temperature. This ensures that all CO converts to CO₂ around stoichiometric value of equivalence ratio. Also, the same figures show that the NO_x emissions, which depend on the temperature, have the maximum value when approaching the stoichiometric equivalence ratio. This ensures that the thermal mechanism of NO_x formation is dominant, and the NO_x increase exponentially with flame temperature.

Effects of Fuel flow Rate on NO_x Emissions at Combustor Exit

Figure (6) show the effect of the fuel flow rate on NO_x emissions at different equivalence ratio. They show that for a fixed equivalence ratio lowering the flow rate resulted in a decrease of NO_x emissions. This may be due to the decrease of air rate necessary for combustion operation and consequently the decrease of turbulent flow and reaction rates which lead to less temperature all this process lead to a decrease of NO_x emissions.

Effects of staging on temperature, CO₂ and NO_x Emission at Combustor Exit.

Figures (7 - 10) show the Effect of staging with $m_1 / m_t = 0.40$ and unstaging on.

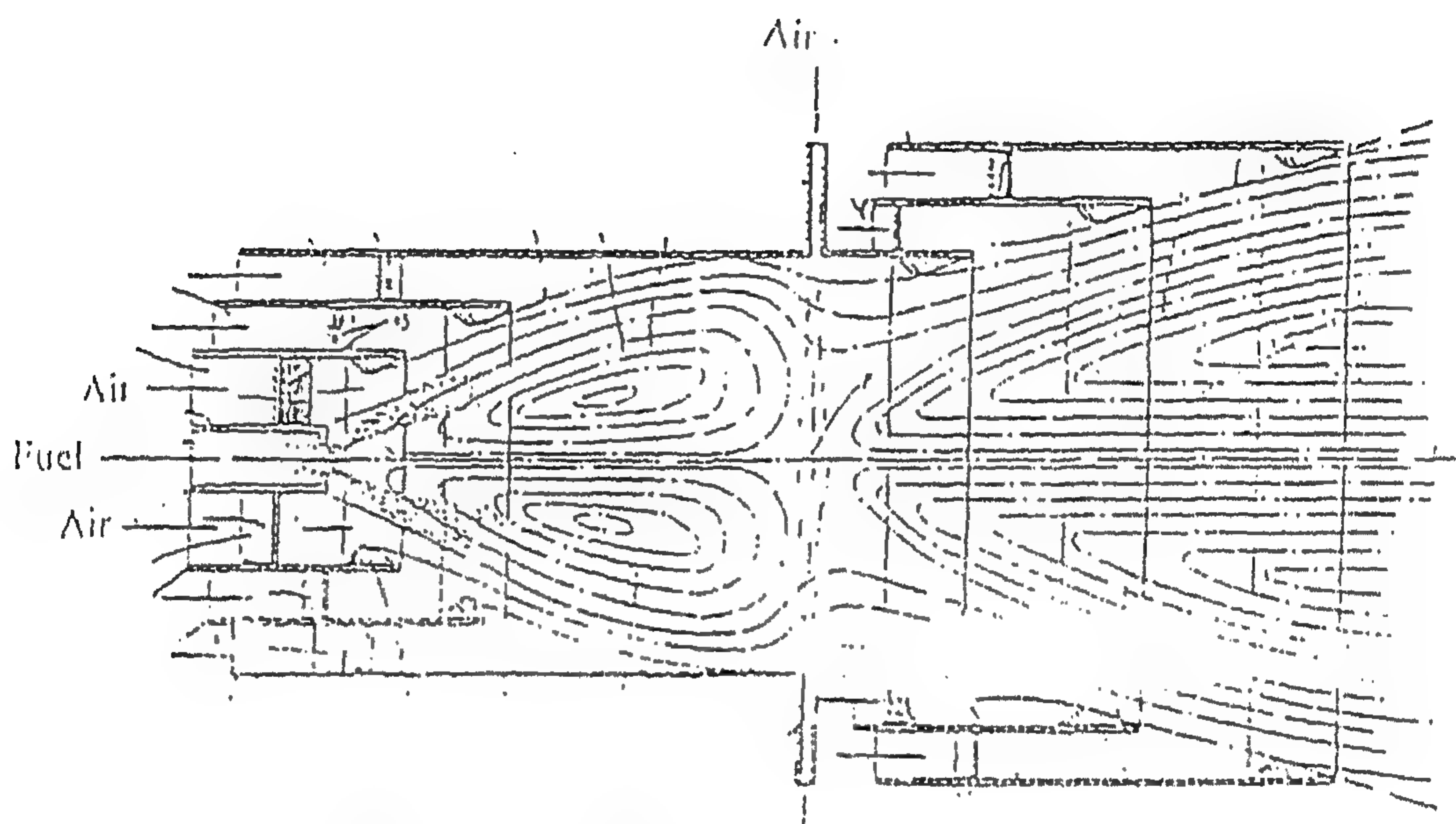
temperature, CO₂ and NO_x emissions at combustor exit. These figures show that :

- 1 -The temperature and CO₂ concentration at exit in the staged case is more than at the unstaged case. This is because in the former case the equivalence ratio in the primary zone gets closer to stoichiometric value.
- 2 -The NO_x emissions in the staged combustion are less than the unstaged combustion. This may be attributed to the increase in oxygen availability in the primary zone, which enhances the oxidation of nitrogen existing in the combustion air and in the fuel.

Conclusions

The main conclusions that can be extracted from the present work are summarized below.

1. The NO_x concentration at combustor Exit can be reduced by the following measures :
 - (a) Using staged combustion rather than the conventional unstaged one (184 ppm to 51 ppm).
 - (b) Reducing the heat input (i.e by reducing the thermal load from 3kg / hr to 1.2 kg / hr : 262 ppm to 51 ppm)
 - (c) Using overall lean fuel / air mixture (i.e low overall equivalence ratio : $\phi = 0.62$).
 - (d) Reducing the value of m_1 / m_{tot} (i.e increasing the degree of staging), for the range of low equivalence ratio ($\phi < 1.0$) that has been considered during the present work.
2. The primary zone mixture ratio plays an important role. High equivalence ratio in this zone ($\phi_{local} > 1$), which can be obtained by increasing the degree of staging, through reduction in the ratio m_1 / m_t , results in significant reductions in exit temperature, carbon dioxide (4% volume) and Exit NO_x concentrations (51 ppm)
3. The primary equivalence ratio the overall one plays a significant role. A reduction in the value of this overall equivalence ratio ($\phi = 0.83$ to 0.62) causes a decrease in exit temperature (1100 C to 800 C) and CO₂ concentrations (10% volume to 8.5 % volume) in addition to the above mentioned reduction in NO_x concentration (285 ppm to 220 ppm).
4. The fact concluded that the dominant mechanism of NO_x formation in the present work is the thermal one. This is obvious from the correlation between the temperature between the temperature and NO_x concentration values.



Patent Number: 4,845,940

Figure (1) : Low NO_x rich-lean combustor especially useful in gas turbines [1].

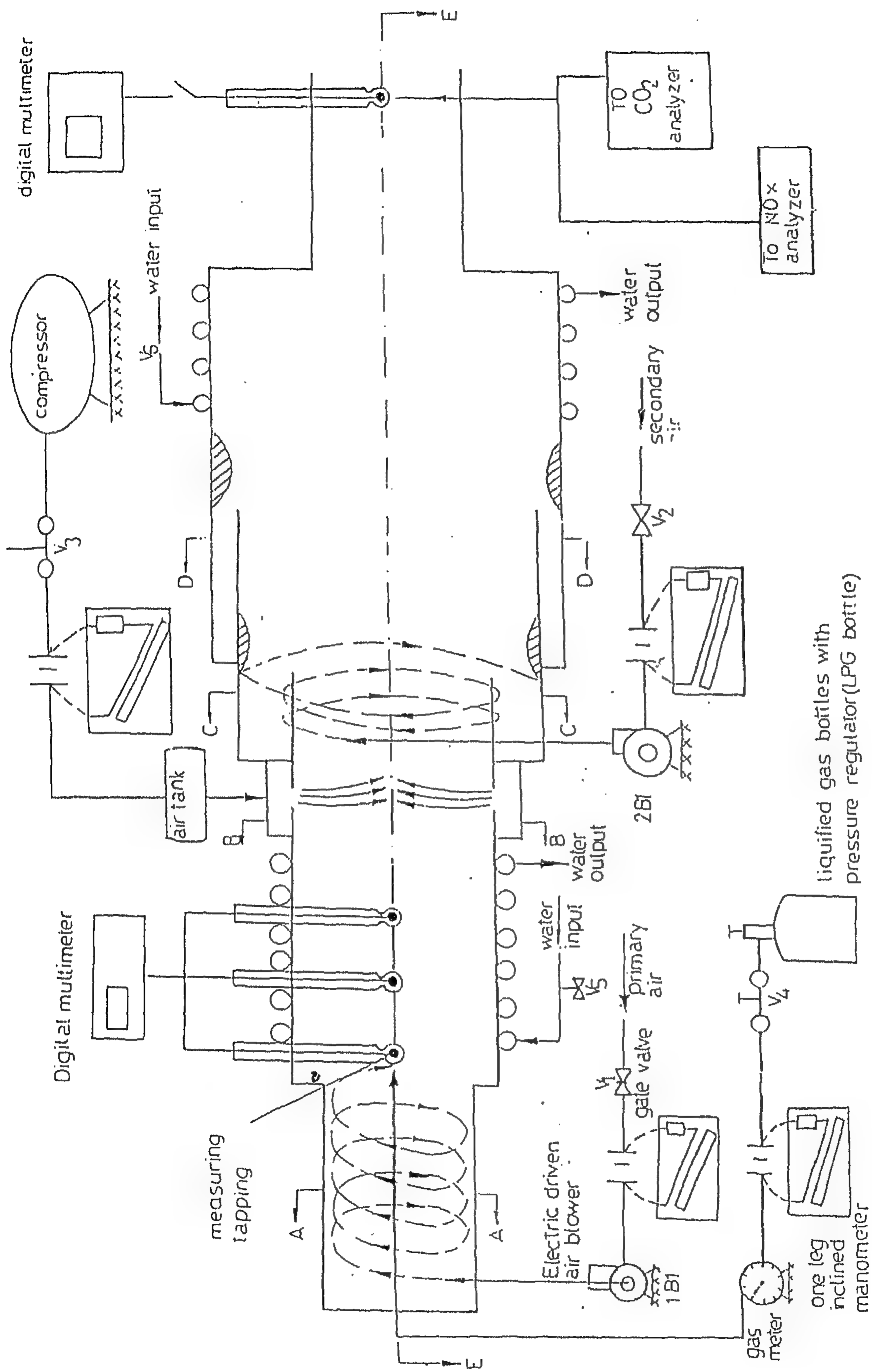


Figure (2) : Schematic diagram of the test rig (schematic of experimental apparatus)

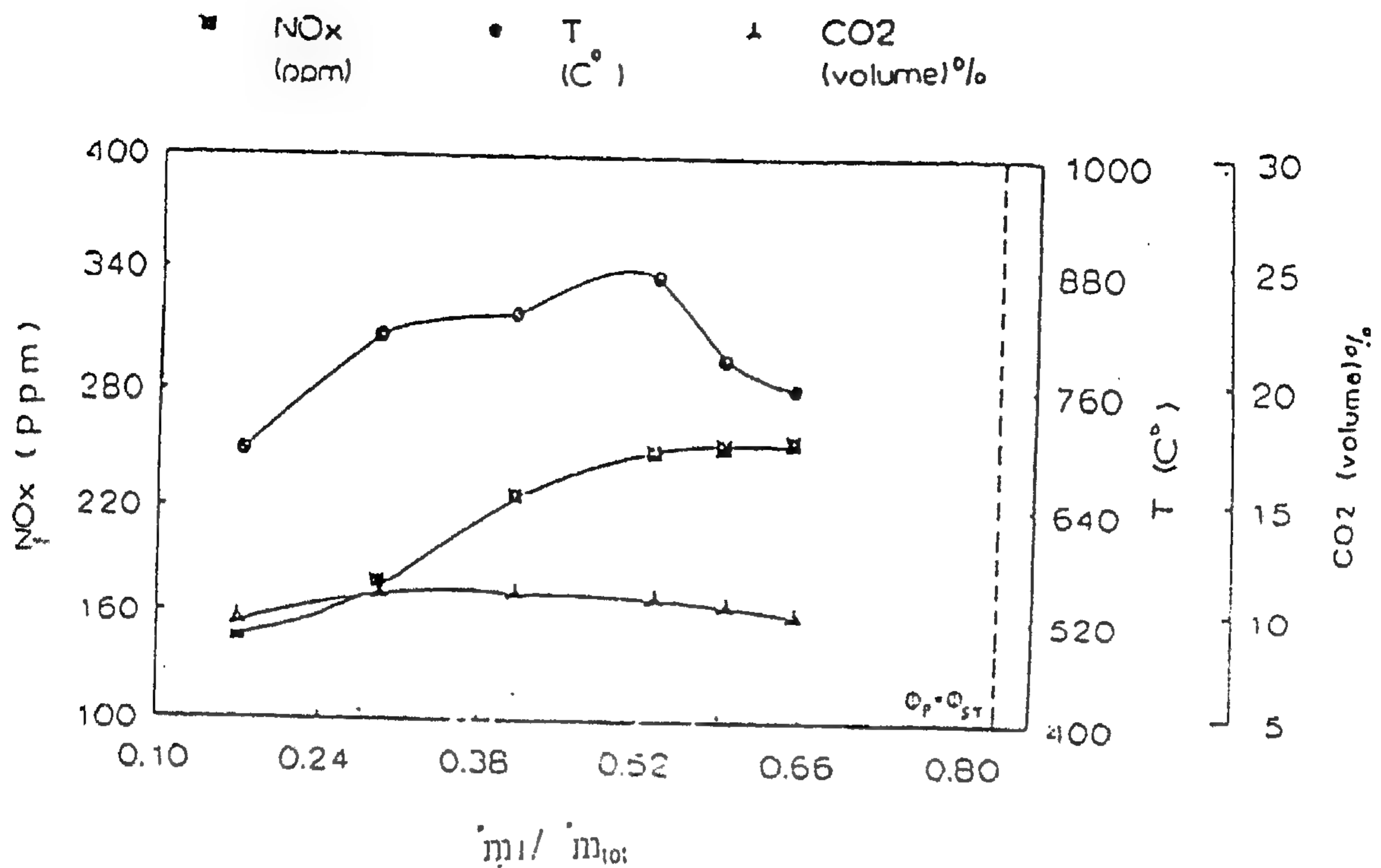


Figure (3.1): Effect of mass ratio $\dot{m}_i / \dot{m}_{tot}$ on exit temperature, carbon dioxide (CO₂) and NO_x emissions at $\dot{m}_i = 3$ kg/ hr, (Equivalence ratio $\phi = 0.83$)

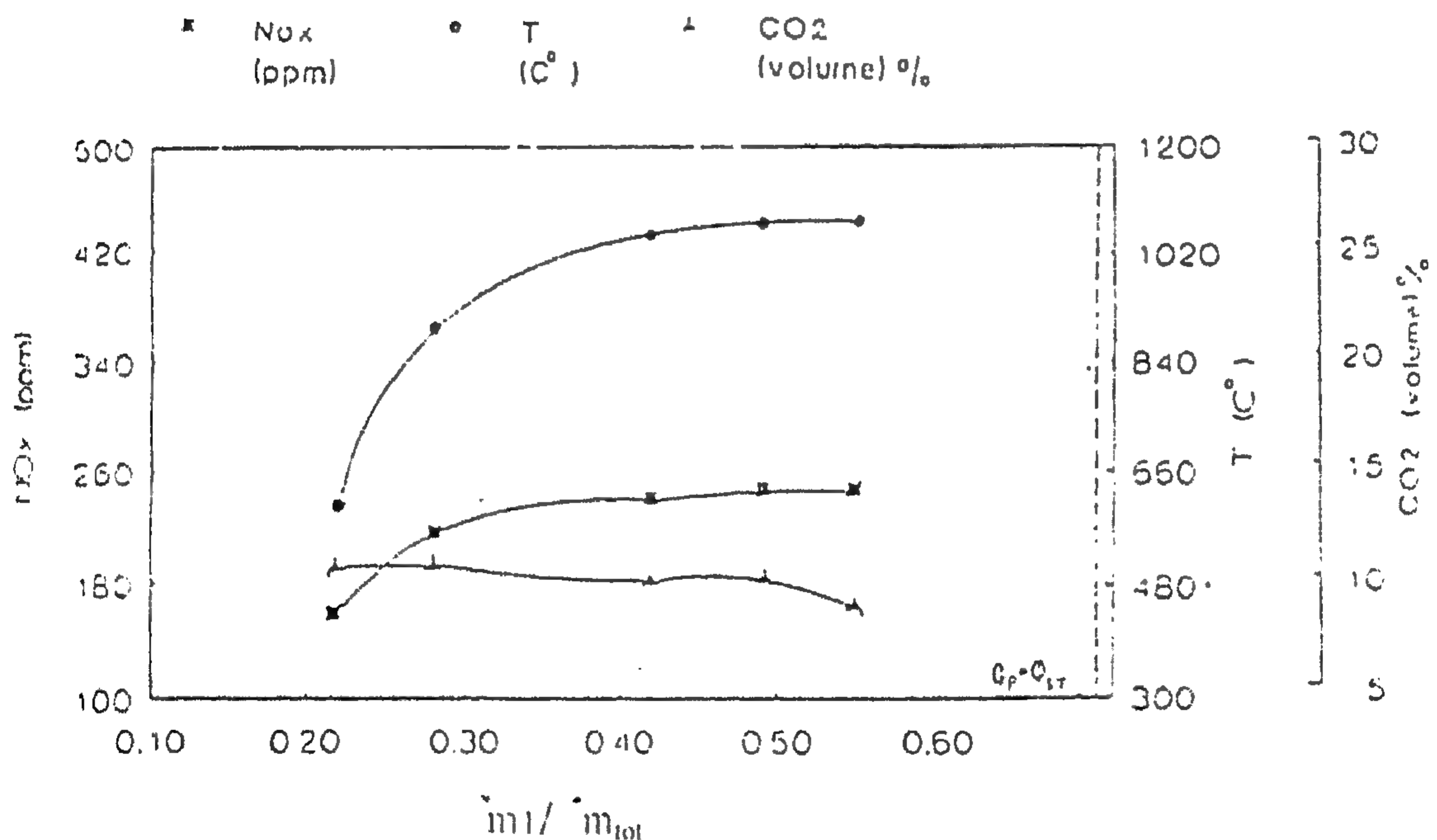


Figure (3.2): Effect of mass ratio $\dot{m}_i / \dot{m}_{tot}$ on exit temperature, carbon dioxide (CO₂) and NO_x emissions at $\dot{m}_i = 3$ kg/ hr, (Equivalence ratio $\phi = 0.71$)

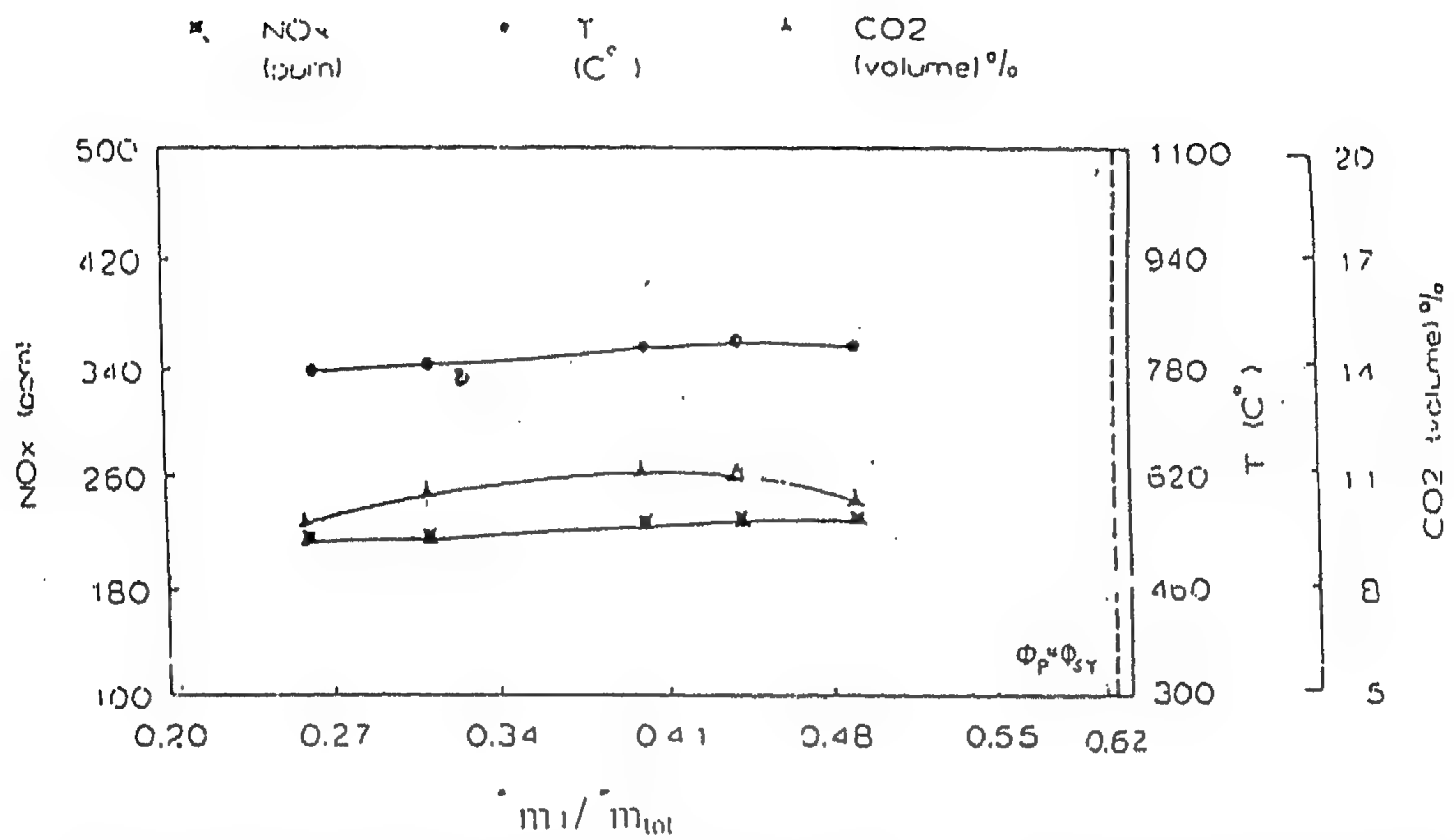


Figure (3.3): Effect of mass ratio $\dot{m}_i / \dot{m}_{tot}$ on exit temperature, carbon dioxide (CO₂) and NO_x emissions at $\dot{m}_f = 3$ kg/ hr, (Equivalence ratio $\phi = 0.62$)

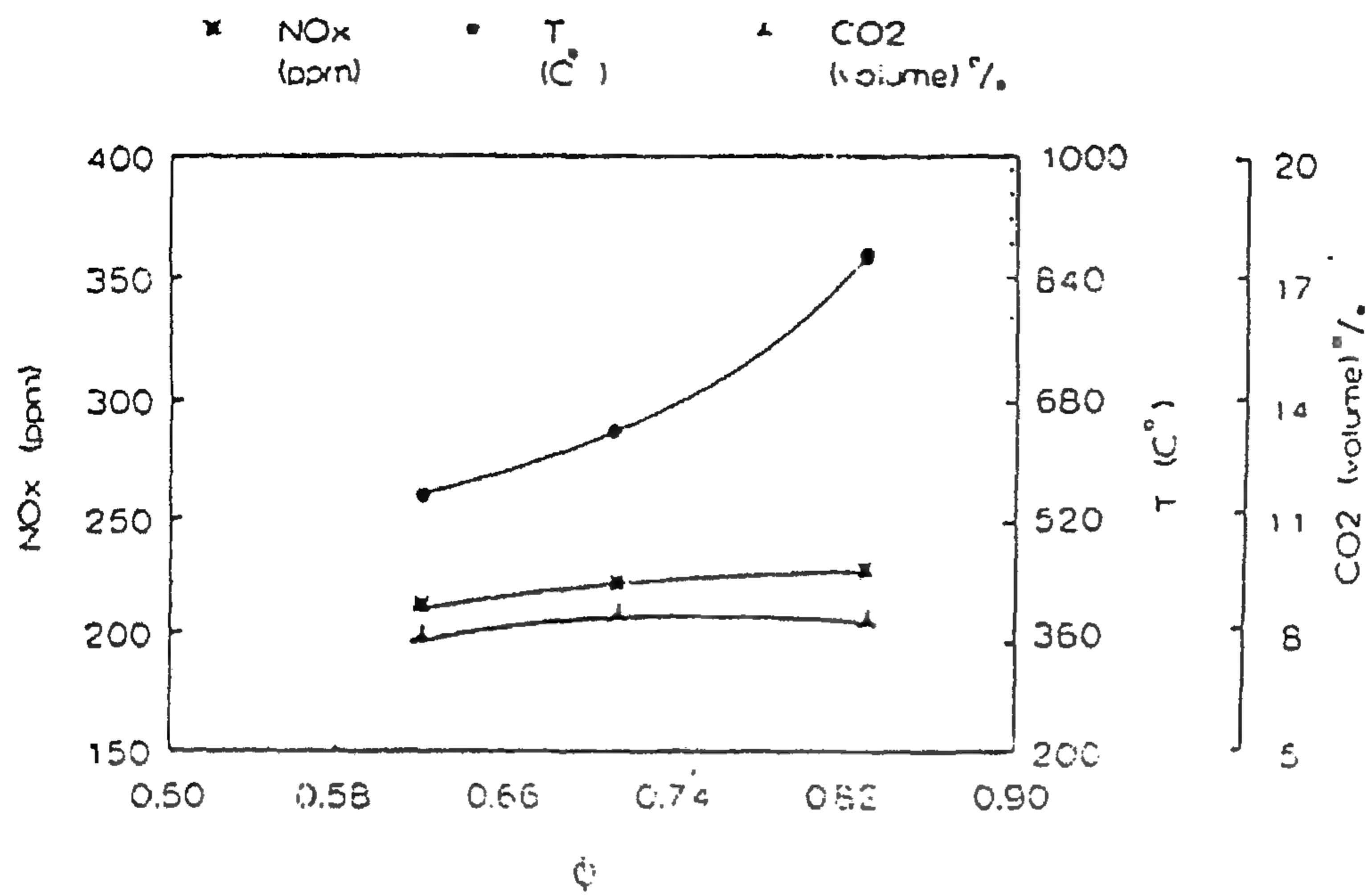


Figure (4) : Effect of Equivalence ratio (ϕ) on exit Temperature, Carbon dioxide (CO_2) and NO_x emissions at $\dot{m}_f = 2.5 \text{ kg/hr}$, $\dot{m}_f/\dot{m}_{\text{tot}} = 0.40$

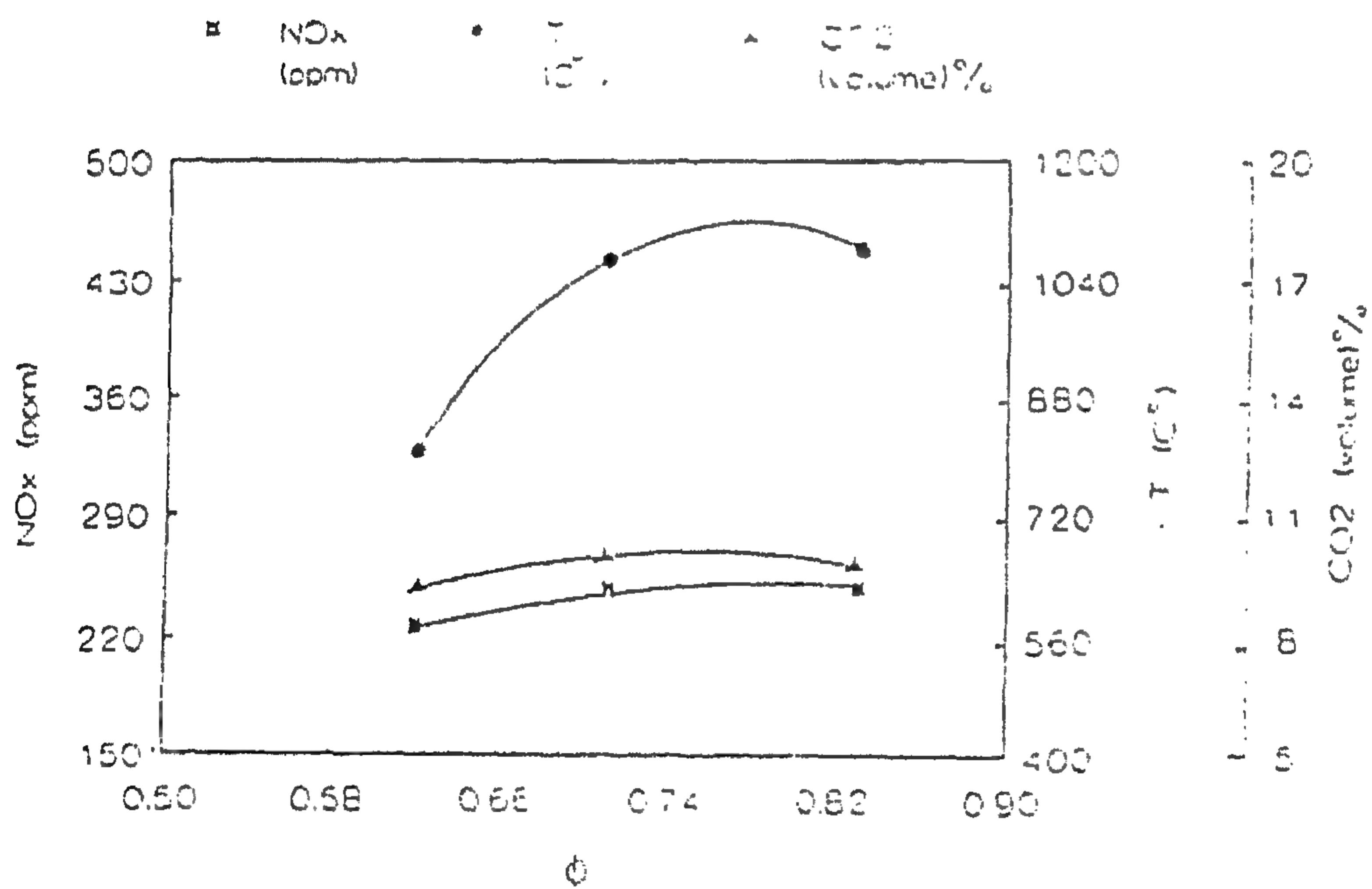


Figure (5) : Effect of Equivalence ratio (ϕ) on exit Temperature, Carbon dioxide (CO_2) and NO_x emissions at $\dot{m}_f = 3 \text{ kg/hr}$, $\dot{m}_f/\dot{m}_{\text{tot}} = 0.40$

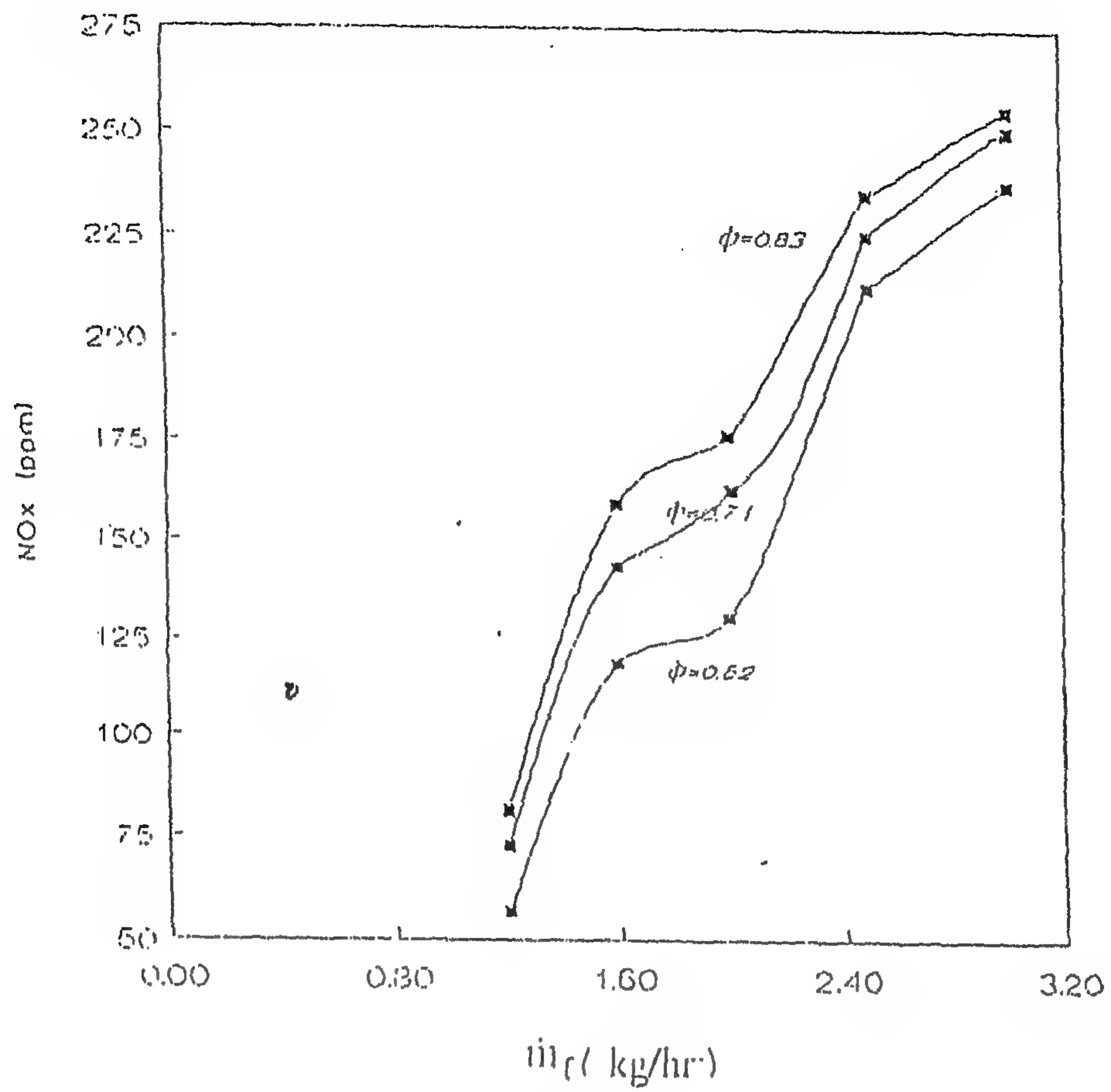


Figure (6): Effect of mass flow rate of fuel on NO_x emission at constant ($\dot{m}_f / \dot{m}_{\text{tot}} = 0.40$)

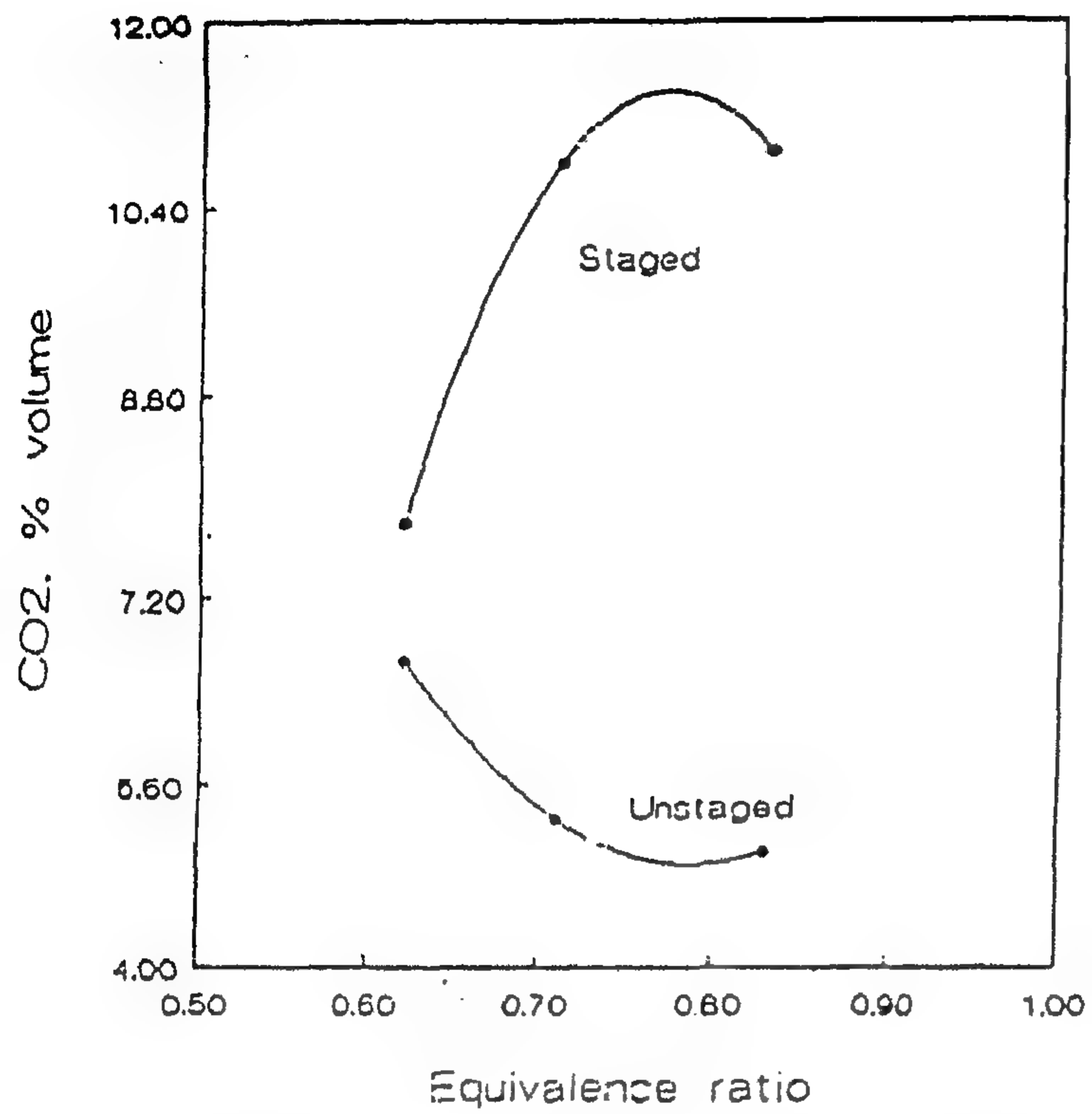


Figure (7) : The effect of air staging on CO₂ emission at constant $\dot{m}_f = 2 \text{ kg/hr.}$

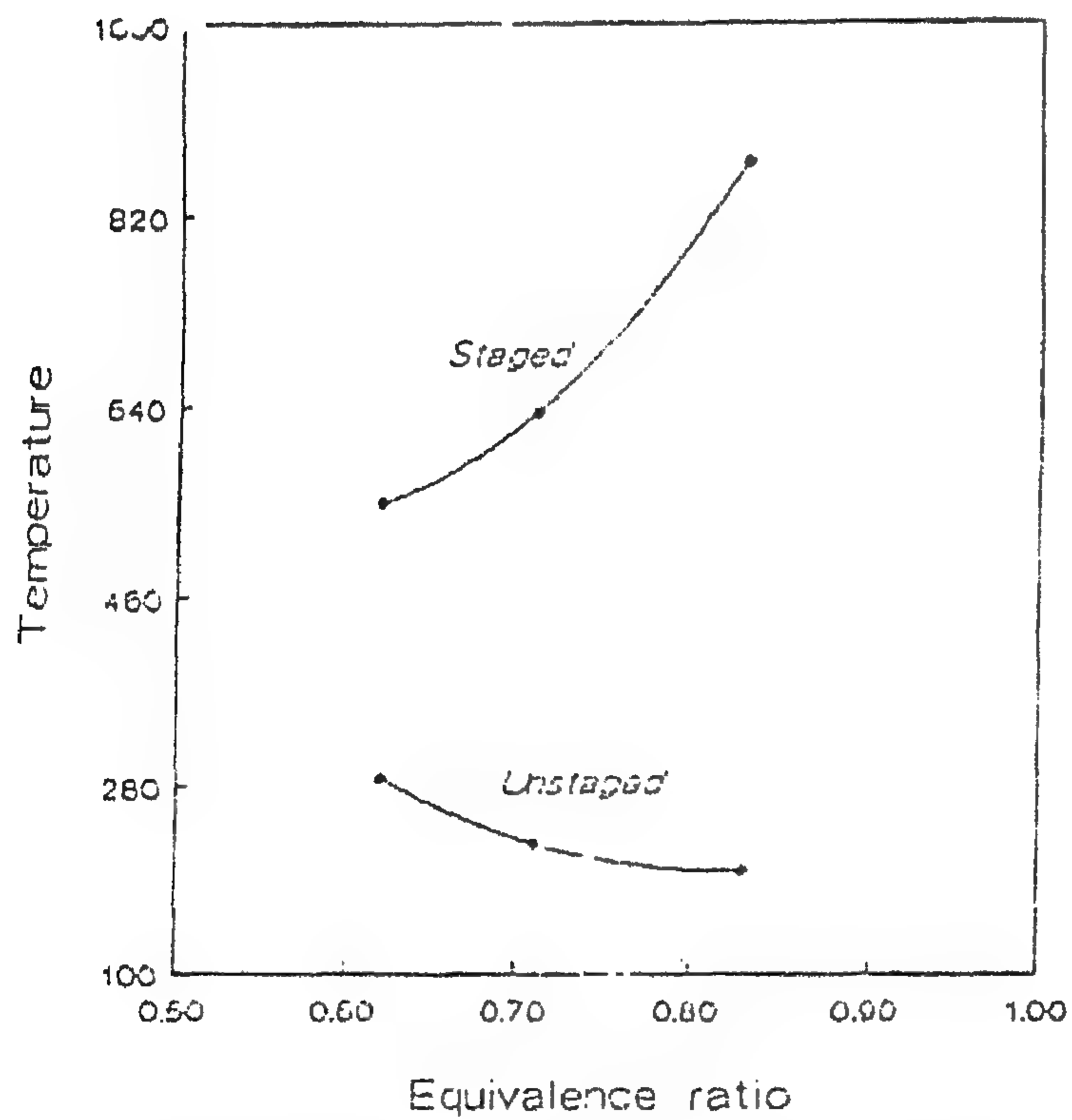


Figure (8) : The effect of air staging on exit temperature at constant $\dot{m}_f = 2.5 \text{ kg/hr.}$

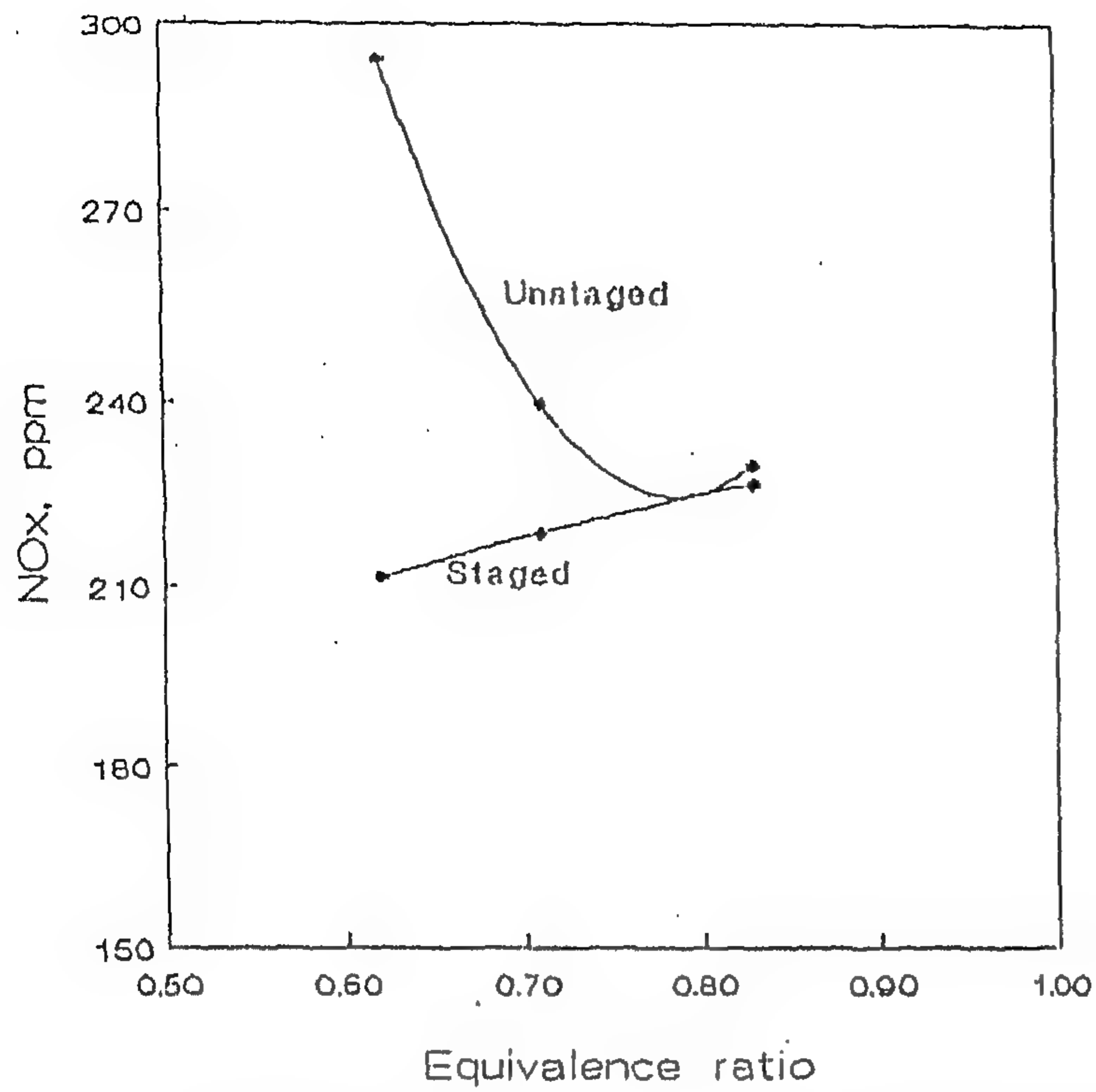


Figure (9) : The effect of air staging on NOx emission at constant $\dot{m}_f = 2.5 \text{ kg/hr.}$

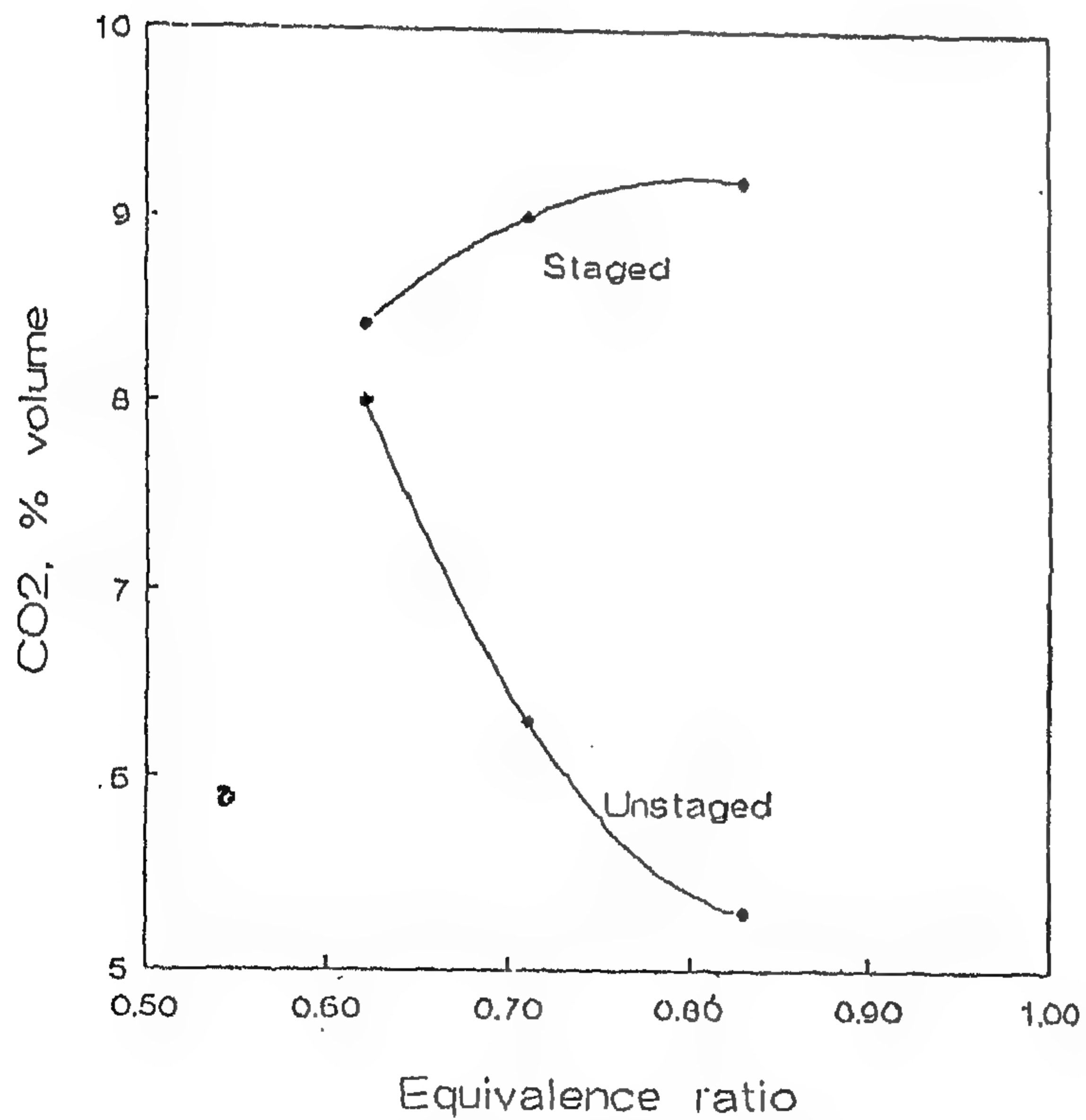


Figure (10) : The effect of air staging on CO2 emission at constant $\dot{m}_f = 2.5 \text{ kg/hr.}$

REFERENCES

1. Janos M . Beer, “ Low NO_x Rich - Lean Combustor Especially Useful in Gas Turbine “,
United States Patent Number : 4,845 , 940 , Date of Patent : Jul .11; 1989 .
2. S.L Lopes , J.A. Carvalho Jr , B.K Alves , A.R.M Borges , T.Morimoto and H.S Couto , “
Formation of Pollutants in an Industrial Ammonia - Vapour Combustion System ” , Journal of
the Institute of Energy , March 12998 , 71 , pp 47 - 54 .

توصيات عامة لمؤتمر تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة

- ١- نوصى بخلق قنوات اتصال علمية بين مراكز الأبحاث والجامعات والمصانع وكذا وحدات الإنتاج الصناعية وتطبيق الأبحاث والاقتراحات العملية .
- ٢- إنشاء وحدات بحثية في كل مصنع ومنشأة حكومية وخاصة للاستشارات العلمية والصناعية
- ٣- توزيع ونشر موضوعات المؤتمر على جميع المؤسسات والمصانع الحكومية والخاصة .

توصيات خاصة بالبحث المقدم

- ١- أوصى بتطبيق هذا الابتكار والاختراع في المصانع الحرارية وكذا في محطات توليد القوى الكهربائية والحرارية
- ٢- أوصى بتطبيق هذا الابتكار بوحدات الإحتراق للطائرات والصواريخ وكذا في المحطات القوى الحرارية والقوى النووية وفي الغلايات البخارية .
- ٣- يمكن تطبيق استخدام وتطبيق هذا الحارق المطور في مصانع صهر المعادن وفي محطات التنقية والمعالجات الحرارية .



جمعية المهندسين الميكانيكيين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمي والابداع

4/5

توظيف التقنيات الحديثة لخدمة قطاع السياحة
في مجال ترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة

استاذ دكتور / عاطف خليل

توظيف التقنيات الحديثة لخدمة قطاع السياحة

في مجال ترشيد الطاقة و الحفاظ على البيئة

دراسة حالة

م. جمال زغلول الجندى^(١) - د.م عاطف خليل حسن^(٢) - د.م محمود محمد عبد العظيم^(٣)

الملخص:

لا شك أن اهتمام الدولة بكافة مؤسساتها يتعاظم يوما بعد الآخر في اتجاه دعم قطاع السياحة ، لما يمثله من أهمية اقتصادية و تنمية شاملة للدولة . و لقد لعبت ، التقنيات الهندسية الحديثة في مجالات التطبيق العملي مثل مناهج ترشيد الطاقة و نظم المحافظة على البيئة في إطارها الطبيعي، دورا هاما لدعم حركة النمو السياحي بصورة غير مباشرة أحيانا و بصورة مباشرة أحيانا أخرى ، كما كان لها دورها الملموس في إضافة نقلة حضارية للنشاطات السياحية و بما يخدم مفهوم "جودة أعلى مع تكلفة أقل" . حيث نجحت وزارة السياحة و هيئتها التنظيمية مثل الهيئة التنموية السياحية و في خلال سنوات قليلة في دفع و استغلال و تطويع كافة المحددات الهندسية و التطبيقات العملية لإنتاج و تطبيق نظم فنية عالية الكفاءة لخدمة قطاع التنمية السياحية على طول السواحل المصرية الممتدة لآلاف الكيلومترات و قد أمكن من خلال ذلك توفير قاعدة أساسية قوية تعتمد على منظومة الترشيح و البيئة و بدون تحميل ميزانية الدولة أية تكلفة تذكر .

و سيعنى هذا البحث لتقديم " دراسة حالة " لمجهودات وزارة السياحة و هيئة التنمية السياحية في إطار دفع و تشجيع استخدام التطبيقات الهندسية لنظم و تقنيات مجالات الترشيح و البيئة . حيث تعد نشاطات الهيئة متمثلة في تنمية السياحة ، تعمل في نطاق غزو الصحراء و تعميرها و تحويلها بالخبرات و الاستثمارات إلى مصادر دخل قومي لا تنضب ، و بما يتطلبه ذلك من توفير قطاعات خدمية متمثلة أساسا في أعمال توليد الطاقة الكهربائية في تلك المناطق الغير مأهولة و توفير نظم التغذية بالمياه و الصرف الصحي و بما يتوافق مع المحددات البيئية و نهج ترشيح الاستهلاك و المحافظة على مصادر الثروة الطبيعية . كما أن هذه المجتمعات السياحية الناشئة كان لها أثرا اجتماعيا بالغ في نقل و توطين مجتمعات حضرية عديدة حول التجمعات السياحية الناشئة لما ساهم من جهة أخرى في تعميق مفهوم التنمية الشاملة .

و سيفرد هذا البحث حيزا لحصر الخدمات و التكنولوجيات المستخدمة في قطاعات ترشيح الطاقة و البيئة و من واقع القياسات الفعلية لإنجاز العمل السياحي لتنمية السواحل المصرية .

(١) : مدير عام إدارة البنية الأساسية بالهيئة العامة للتنمية السياحية

(٢) : استشاري الهندسة الميكانيكية بالهيئة العامة للتنمية السياحية

(٣) : استشاري الهندسة الصحية بالهيئة العامة للتنمية السياحية

في ظل اهتمام الدولة بنسبة الموارد الاقتصادية و خلق فرص عمل جديدة في إطار توزيع جغرافي متناسق و متوازن قامت وزارة السياحة و هياكلها التنظيمية مثل الهيئة العامة للنسبة السياحية و في خلال سنوات قليلة بدفع و استغلال و تطويع كافة اخدمات الهندسية و التطبيقات العملية لإنتاج و تطبيق نظم فنية عالية الكفاءة لخدمة قطاع النسبة السياحية على طول السواحل المصرية المستدة لآلاف الكينومتترات بالإضافة إلى العديد من المناطق الداخلية و التي قد تشكل جزء ملحوظ من مناطق الجذب السباحي و مناطق الغصبات الطبيعية و سباحة السفاري و منتجعات الساحة العلاجية .

و توضح الخريطة بالمرق رقم (١) مناطق قطاعات النسبة السياحية المختلفة بالبلاد و يلخص المرفق رقم (٢) حصر عام لأبرز المشروعات التي تم الموافقة عليها و أحرزت خطوات تنفيذية فعلية مع بيان متطلباتها من الطاقة الكهربائية و المياه المناسبة مع القدرات الاستيعابية للطاقة الفندقية و التي تم تحديدها طبقا للمعايير التي أقرتها الهيئة العامة للتنمية السياحية و هي الجهة المنوط بها مراجعة و اعتماد المشاريع التي تقام على الأراضي التي خصصتها الدولة للمشاريع السياحية المحدودة و المتكاملة . و فيما يختص بمعدلات متطلبات الفرد من المياه و الطاقة الكهربائية فقد تم تحديد نصيب الفرد طبقا للمستوى الفندقي (النجومية) كما يلي:

- ٣ - ٤ ك.ف.أ. الحمل فندقي مكيفة (بدون مهمات مطبخ صغير بداخلها) .
- ١ - ٢ ك.ف.أ. الحمل فندقي غير مكيفة (بدون مهمات مطبخ بداخلها) .
- ٢ ك.ف.أ. لكل ١٠٠ متر مربع من مناطق الخدمات شاملة أحمال الإنارة و الأغراض المختلفة .
- ٦ ك.ف.أ. لكل ١٠٠ متر مربع من مناطق الخدمات شاملة أحمال الإنارة و التكييف و الأغراض المختلفة .
- أحمال القوى الكهربائية الخاصة بالمصاعد و الأحمال الميكانيكية للمطبخ و الغلايات و المغسلة يلزم تقديرها على أساس متطلبات كل قرية سياحية .
- متطلبات الفرد من المياه الشرب : تتراوح كمية المياه اللازمة للفرد من ٢٠٠-٥٠٠ لتر/فرد/يوم طبقا لدرجة النجومية .

هذا بالإضافة للعديد من المعايير و الضوابط الحاكمة لنوعية معايير مياه الشرب و شدة الإضاءة و نظم معالجة مياه الصرف و استغلالها لرى المساحات الخضراء و مولدات كهرباء الطوارئ و نظم الصوتيات و الاتصالات و غير ذلك من مرافق المشروع السباحي .

٢ - نظم ترشيد الطاقة لأحمال معدات تكييف الهواء:

تشكل الطاقة الكهربائية المستخدمة في نظم تكييف الهواء النصيب الأكبر في الطاقة المستهلكة في المشاريع الفندقية و نظرا لأن الظروف المناخية الخارجية في شهور الصيف في منطقة الشرق الأوسط و مصر على وجه الخصوص قد شهدت تغييرا ملحوظا خلال الحقبة الحالية فقد أصبح من المناسب الالتزام بالظروف المناخية الواقعية و الفعلية من خلال الإحصائيات و الدراسات الحديثة لتحقيق أفضل مستوى من الرفاهية و الراحة لرواد المنشآت الفندقية و طبقا لمستوى النجومية .

و بناء على التوزيع الغير منتظم لأحمال التكييف على مدار اليوم و اختلاف ساعات الذروة باختلاف واجهات المبنى و تعرضها لأشعة الشمس التي تشكل حوالي ٥٠% من أحمال القدرة التبريدية لمعدات التكييف فان الجهود المبذولة توجهت نحو توزيع الأحمال و منع حدوث نقاط للذروة بمنحنى توزيع الأحمال الحرارية اليومية مما يشكل خفض ملحوظ في حجم المعدات و تكلفتها الاستثمارية و رفع معدلات كفاءة الأداء طبقا لظروف التشغيل الكاملة و الشبه منتظمة .

٢-١ نظم ترشيد الأحمال الحرارية للتكييف خلال الفترات الصيفية

٢-١-١ أثر استخدام العزل الحراري و تغيير واجهة المبنى على التأثير بأقصى حمل حراري من أشعة الشمس

تستهلك معدات التكييف أثناء فترات الذروة (الظهيرة) بالوقت الحاضر و طبقا للظروف المناخية بالبلاد طاقة كهربائية تصل إلى ٦٠% من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة بالمنشأة و قد أثبتت كل من الدراسات باستخدام طرق المحاكاة العددية (نماذج رياضية باستخدام الحاسبات) و القياسات الفعلية جدوى استخدام وسائل العزل الحراري في المباني و يوضح شكل رقم (١) تأثير الحمل الحراري من أشعة الشمس لظروف مختلفة لغرفة فندقية مغطاة مزدوجة بمساحة ٢٤م^٢ ذات شبك بمساحة ٤م^٢ في وجهات مختلفة للمبنى و ذلك للأدوار المختلفة .

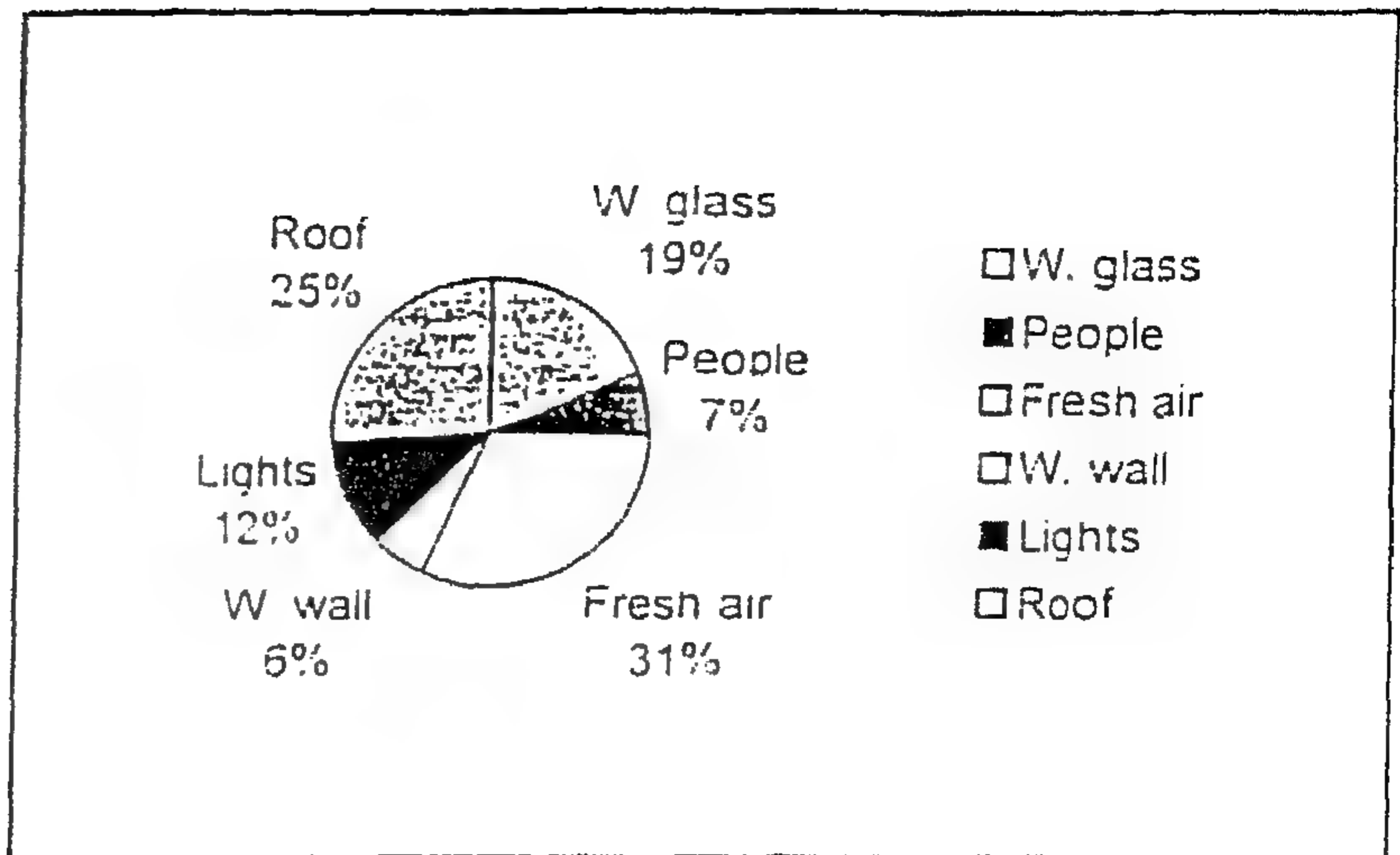
٢-١-٢ أثر استخدام نظم النوافذ الزجاجية المزدوجة و الستائر الداخلية و الخارجية

أثبتت الدراسات و القياسات الفعلية التي أجريت على أحد المشاريع السياحية الكبيرة التي تحتوى على مساحات كبيرة من الواجهات الزجاجية أن استبدال الزجاج العادي (المفرد الشفاف) بأفضل أنواع الزجاج المزدوج (ذو معامل الانتقال الحراري ٠,٣٣ وحدة حرارية بريطانية/قدم مربع . ف ساعة للتوصيل أو للإشعاع) و بالرغم من ارتفاع التكلفة الإنشائية إلا أن الأحمال الحرارية (القدرة التبريدية للمعدات) و بالتالي الطاقة الكهربائية المستهلكة قد انخفضت بنسبة تصل إلى ١٤% مما يشكل توفير سنوي ملحوظ في تكلفة التشغيل (الطاقة الكهربائية) بالإضافة إلى الوفرة الحاصل في التكلفة الإنشائية لأعمال التكييف و الأعمال الكهربائية .

٢-١-٣ أثر تطبيق معاملات التباين في حساب الأحمال القصوى لمعدات التكييف

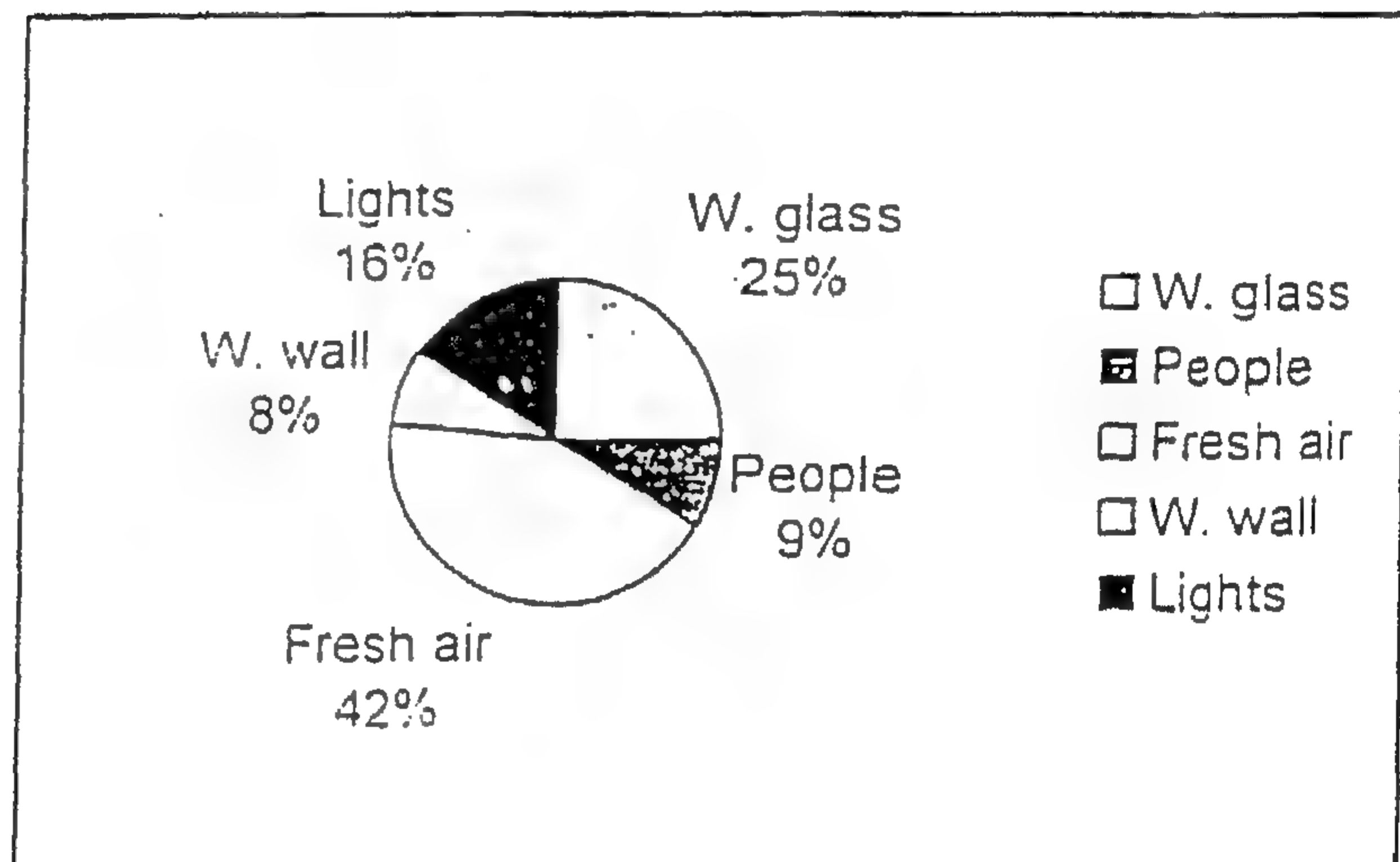
تتميز نظم التكييف المركزي للمنشآت السياحية الكبيرة بإمكانية خفض القدرة التبريدية لمعدات التكييف بنسبة تتراوح بين ١٥-٢٠% طبقا لطبيعة واجهات المبنى و نسبة إشعاله حيث تتباين أوقات الذروة لأحمال تأثير أشعة الشمس باختلاف واجهات المبنى حيث تكون فترة الذروة للواجهة الشرقية ما بين الساعة ٨-١١ صباحا و تكون فترة الذروة للواجهة الغربية ما بين الساعة ٢-٥ مساء و بذلك يمكن احتساب أقصى طاقة تبريدية مطلوبة بناء على أعلى حمل حراري للواجهة المؤثرة بشكل أكبر و ليس كجمع جبري لجميع الأحمال عند أقصى ذروة و بذلك يمكن الاستفادة من الطاقة التبريدية بشكل اقتصادي لخدمة جميع الأوقات و هو ما يمكن تطبيقه أيضا على الاستخدامات المختلفة لمرافق المنشأة السياحية مثال الحفلات المسائية مقابل أحمال فترة الذروة النهارية .

W. glass	3361
People	1200
Fresh air	5760
W wall	1016
Lights	2125
Roof	4662



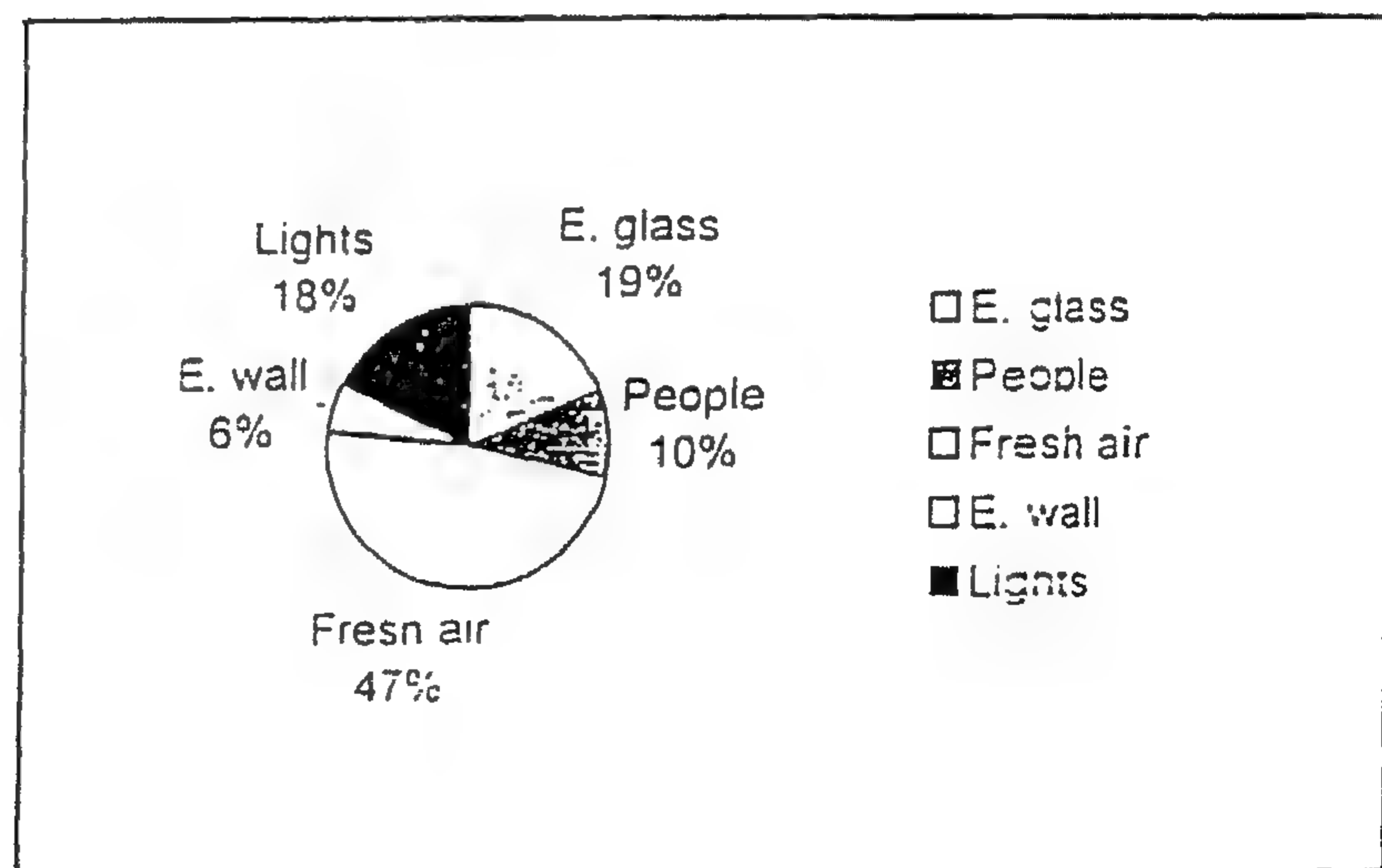
WEST ROOM (LAST FLOOR) 18124 BTUh

W. glass	3361
People	1200
Fresh air	5760
W wall	1016
Lights	2125



WEST ROOM 13462 BTUh

E. glass	2240
People	1200
Fresh air	5760
E. wall	675
Lights	2125



EAST ROOM 12000 BTUh

شكل رقم (١)

تأثير الحمل الحراري من أشعة الشمس لظروف مختلفة لغرفة فندقية مغطاة مزدوجة

٢-١-٤ أثر استخدام نظم إدارة الطاقة بالمباني (Building Management System)

يتم ربط كافة مكونات شبكة تكييف الهواء عند طريق توصيل مجموعة من أجهزة القياس و الحساسات المختلفة بجهاز حاسب شخصي حتى يمكن متابعة أداء كافة المكونات بسهولة مع مراقبة و رصد أى خلل أو توقف لنظام التكييف و يتيح إمكانية التشغيل طبقا لترتيب محدد مرتبط بتوقيات العمل في المناطق المختلفة للمنشأة السياحية مما يمنع أي إهدار للطاقات و يرشدها و بالإضافة إلى ذلك يمكن ربط هذه البرامج التشغيلية ببرامج الصيانة الوقائية لتلافي و تدارك الأعطال المفاجئة و التي تؤثر بالسلب على مستوى أداء المنشأة و إجراء أعمال الصيانة المعتادة طبقا لعدد ساعات التشغيل الفعلية التي يقوم الحاسب الشخصي بحصرها .

٢-١-٥ استخدام الأنابيب الحرارية في الاستفادة من الفاقد الحراري في هواء التهوية المطرود

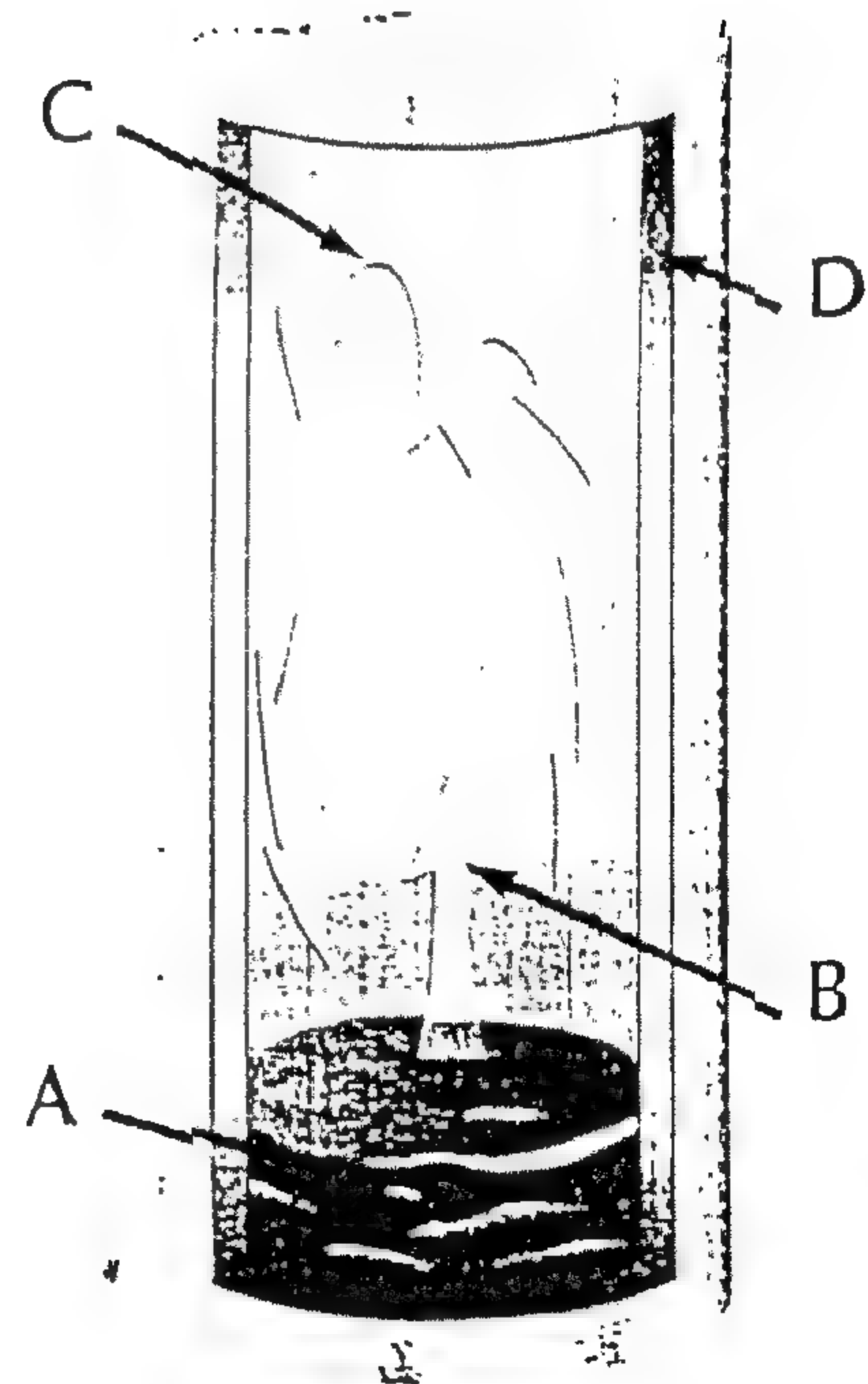
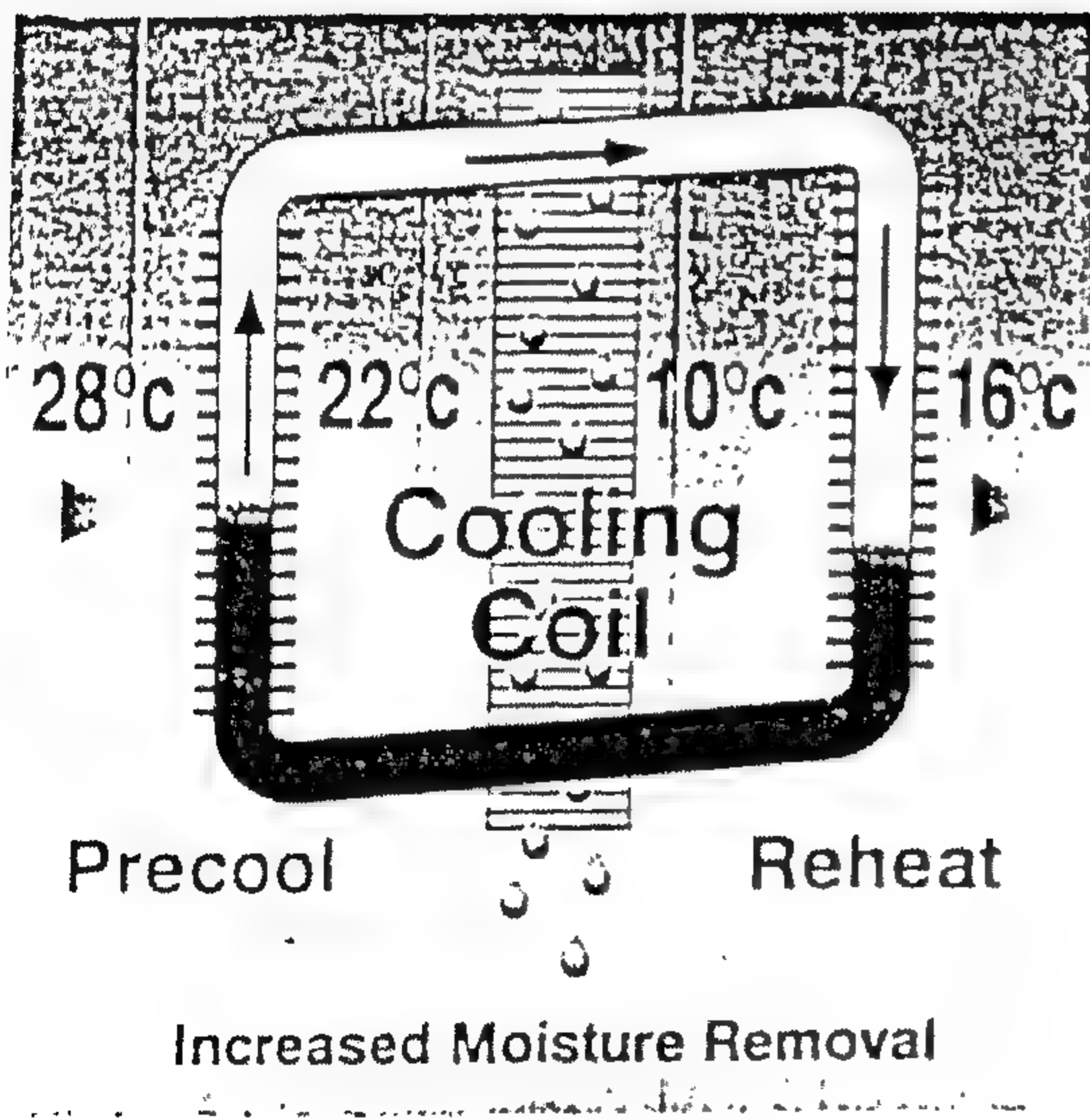
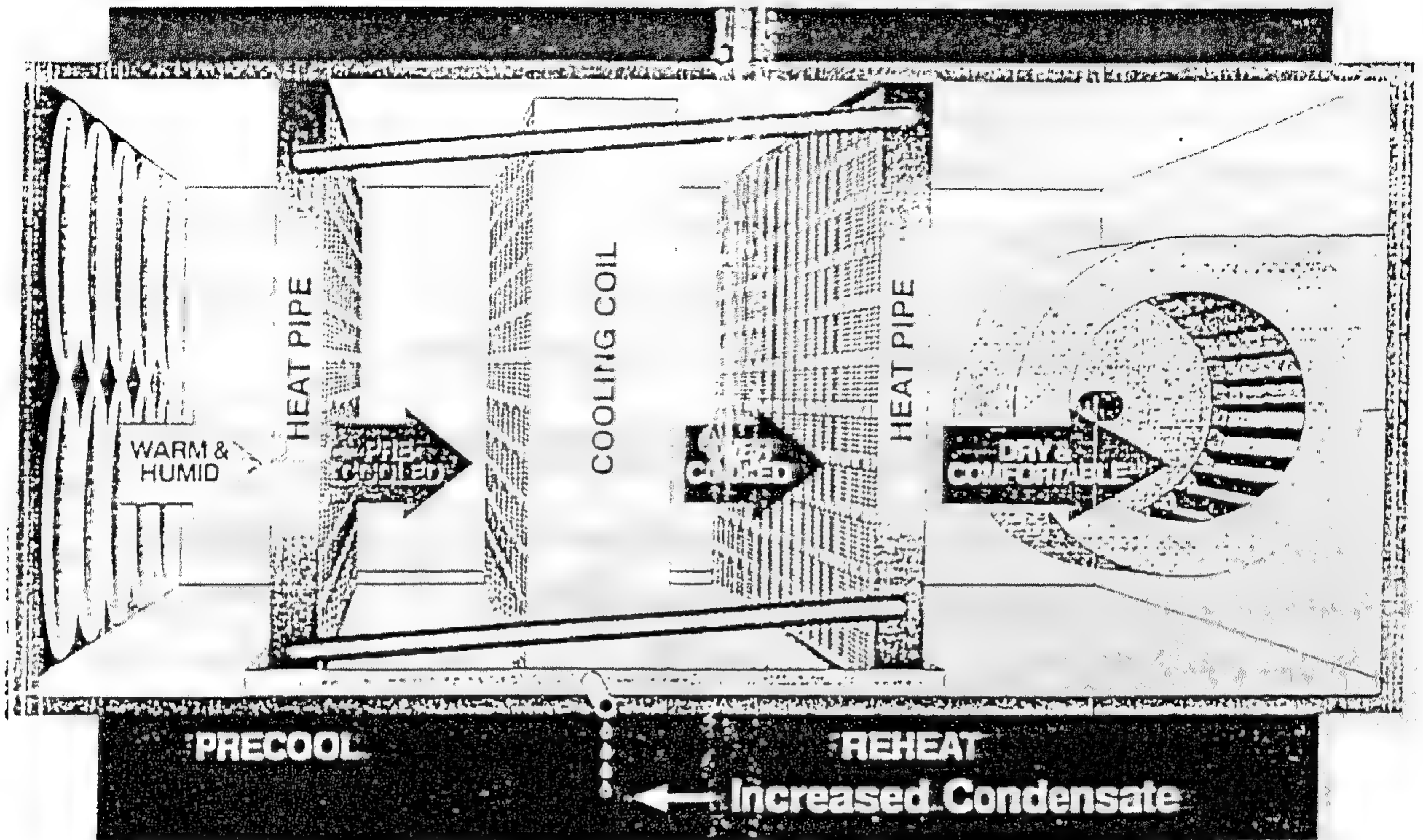
يتيح استخدام الأنابيب الحرارية إمكانية انتقال الحرارة بين مناطق ذات درجات حرارة متباينة عن طريق تيارات الحمل الحراري و ظواهر التبخر و التكثف للمائع الموجود داخل الأنبوبة الحرارية . و تتكون الأنبوبة الحرارية من أنبوبة نحاسية بقطر حوالي ٣ سنتيمتر مسدودة من الطرفين و يتم تفريغها من الهواء و يوجد داخلها شبكة ذات شكل أسطواني بطول الأنبوبة و يتم ملؤها بمائع ذو درجات حرارة للتبخر و التكثف معلومتان و طبقا للضغط داخلها و بتثبيت حزمة من هذه الأنابيب بشكل مائل بين مصدر حراري ذو درجة حرارة مرتفعة و آخر ذو درجة حرارة منخفضة يتم الاستفادة من عمليات التبخر و التكثف للمائع في انتقال حراري بصورة سريعة و ذات كفاءة عالية حيث يتم الاستفادة من الطاقة الحرارية للتبخر و التكثف (انتقال الحرارة و الكتلة) . و يوضح الشكل رقم (٢) إمكانية استخدام الأنابيب الحرارية في الاستفادة من الطاقة الحرارية في الهواء المطرود من الأماكن المكيفة و انتقالها للهواء الجديد النقي الداخل لوحدة مناولة الهواء .

٢-٢ نظم التكييف المركزي بوسائط التبريد بالامتصاص

مع توفر الغاز الطبيعي و رخص ثمنه و امتداد شبكاته لمناطق شاسعة من البلاد أصبح استخدام الغاز كمصدر لإنتاج الطاقة الحرارية المباشرة ذو اقتصاديات مناسبة و غير مسبقة بالمقارنة لاستخدام الطاقة الكهربائية لإنتاج الحرارة . و أصبح من المناسب التوجه نحو أساليب و تطبيقات تكييف الهواء باستخدام التسخين بما في ذلك من تناقض ظاهر في المعنى !! إذ أن فكرة أجهزة التكييف التقليدية كانت دائما مرتبطة بصوت الكمبرسور و "الفريون" كوسيط تبريد و الذي يعتبر صاحب القدر الأكبر من المسؤولية في الأضرار التي تحدث بطبقة الأوزون و لذلك تقرر عالميا (طبقا لبروتوكول مونتريال الموقع في ١٦/٩/١٩٨٧ بشأن المواد المستنفذة لطبقة الأوزون) إلغائه و تجريم استخدامه في المستقبل القريب طبقا لبرنامج زمني محدد . و قد اتجهت الأنظار إلى الاستفادة من وسائط تبريد صديقة للبيئة و أهمها خليط من عنصرين متواجدين في الطبيعة و هما الماء و النشادر . و تؤدي أجهزة التكييف باستخدام هذا الوسيط عملها باستخدام نظرية الامتصاص و هي ظاهرة طبيعية كيميائية ، فبينما يتم دفع وسيط التبريد ميكانيكيا في دوائر التبريد العادية بواسطة كباسات يتم دفع وسيط التبريد في أجهزة التبريد الجديدة بواسطة التسخين و الامتصاص بأسلوب سلس و صامت تماما و يوضح الشكل رقم (٣) نموذج مبسط لنظام إنتاج المياه الثلجة اللازمة لنظم تكييف الهواء بواسطة أسلوب الامتصاص .

RECENT DEVELOPMENTS

HEAT PIPES FOR DEHUMIDIFICATION



شكل رقم (٢)

استخدام الأنابيب الحرارية في الاستفادة من الطاقة الحرارية في الهواء المطرود من الأماكن المكيفة

و أصبح استخدام الغاز الطبيعي كمصدر مباشر لإنتاج الطاقة المطلوبة في نظم التكييف بالامتصاص هو الاختيار الأمثل لمصادر الطاقة النظيفة و الرخيصة مع الاحتفاظ بتحقيق أقصى درجات الراحة في الاستخدام ، و يصل التخفيض الناتج في التكلفة التشغيلية طبقاً للأسلوب المشار إليه ما يزيد عن ٧٠% طبقاً للأسعار الحالية لشرائح استهلاك الكهرباء بالقطاع التجارى ، و يوضح المرفق رقم (٣) جدول مقارنة تكاليف الاستهلاكات الشهرية (غاز/كهرباء) لنوعين من أنظم التكييف إحداهما تعمل بالامتصاص و الأخرى باستخدام النظم التقليدية بمكوناتها المختلفة من كباسات و وسائط تبريد فريون .

و امتداداً للتطبيق المقترح باستخدام نظم تكييف الهواء بأسلوب الامتصاص أمكن توفير الطاقة اللازمة للتسخين باستخدام البخار بصفته من أكثر طرق التسخين شيوعاً و أفضلها اقتصادياً و بمناسبة توفر غلاية بخار بالمنشآت السياحية لخدمة أغراض التسخين بالمطابخ و المغاسل و الحمامات فإنه من المناسب اقتصادياً زيادة طاقة غلايات البخار لتستوعب الزيادة المطلوبة للتسخين في نظام التكييف بالامتصاص بالإضافة إلى توفير مصدر للتسخين في حالة عدم توفر الغاز الطبيعي للتسخين المباشر بوحدات الامتصاص .

٣-٢ نظم تخزين الطاقة التبريدية لمعدات التكييف (مجمعات الثلج)

يعتبر حمل تكييف الهواء خلال فترة الظهيرة صيفاً من أقصى الأحمال المتوقعة (الذروة) و قد تستمر هذه الذروة حتى فترات بعد الظهر و ربما إلى ما بعد المغرب للواجهات الغربية مما يتسبب في ضرورة توفير الطاقة اللازمة للإنارة و التكييف معاً و ربما تكون تكلفة توفير هذه القدرات باهظة و لاسيما عندما يتحمل المشروع السياحي عبأ تجهيز مولد الطاقة الكهربائية .

و من منطلق توزيع الأحمال الكهربائية المطلوبة بصورة متوازنة و بدون حدوث متطلبات (ذروة) مفاجئة أصبحت نظم تخزين الطاقة بمجمعات الثلج من أنجح الطرق الاقتصادية في أسلوب استهلاك الطاقة الكهربائية و خلق توزيع شبه منتظم في القدرات المطلوب توفيرها من الطاقة الكهربائية على مدار اليوم الواحد . و يتم استخدام وحدات نمطية لإنتاج المياه الثلجية اللازمة لتكييف الهواء و على أن تكون قدرتها الإنتاجية مقاربة لمتوسط الحمل اليومي للتكييف و خلال فترات الليل (أقل حمل تكييف) تقوم هذه الوحدات بإنتاج ثلج مقابل للقدرة الزائدة الغير مستخدمة للتكييف و يتم تخزين هذا الثلج في مستودعات معزولة حرارياً ليتم استخدامها في مواجهة أحمال التكييف خلال فترات الذروة في اليوم التالى .

و تظهر أهمية هذا النظام في بعض التطبيقات مثل الأوبرا أو الأماكن ذات سمة التشغيل المتقطع (جزء من اليوم) حيث يتم استخدام وحدات توليد مياه ثلجية ذات قدرة مقابلة لمتوسط الحمل اليومي لفترات أطول من فترة العرض لتجهيز ثلج يتم استخدامه في فترة الذروة و بذلك يتم تخفيض التكلفة الإنشائية الأولية و رفع كفاءة التشغيل لوحدات التكييف حيث يتم تشغيلها على الحمل الاقتصادي معظم الفترات مما يؤثر على تكلفة التشغيل بالسالب أيضاً .

و على وجه الخصوص بالمشاريع السياحية التى تتولى تجهيز مصادر الطاقة الكهربائية بمعرفتها يؤدي استخدام نظم تخزين الطاقة بالمستودعات الثلجية إلى خفض القدرة المطلوبة لمولدات الطاقة الكهربائية بنسب قد تصل إلى ٤٠% و هى نفس نسب خفض قدرة وحدات توليد المياه الثلجية للتكييف ، و يتدخل شكل منحنى أحمال التكييف اليومي في تحديد هذا الخفض بشكل أساسي و يختلف من مشروع إلى آخر و بناء على ذلك يختلف العائد الناتج و مدة استرجاع التكلفة الاستثمارية و يوضح شكل رقم (٤) منحنى توزيع حمل التكييف على مدار اليوم و منحنى تشغيل وحدات توليد المياه الثلجية ذات القدرة المخفضة مع استخدام مجمعات (خزانات الثلج) .

٣- منهاج الحفاظ علي المفردات البيئية

أصبحت متطلبات المنظومة البيئية تمثل تحديا و محور عملا رئيسيا لكافة المشروعات التنموية لكافة القطاعات ، و مع ازدياد الوعي البيئي و أدراك الهيئات و المنظمات سواء الحكومية أو الأهلية لأهمية الحفاظ علي المفردات البيئية بات من العناصر التصميمية الحاكمة لأي مشروع علي اختلاف أهدافه و استراتيجياته البعد البيئي و تطبيقاته و توصيف سبل الحماية البيئية.

و قد عيّنت الهيئة العامة للتنمية السياحية في مشروعاتها العديدة علي طول السواحل المصرية علي مراعاة هذا البعد و العمل علي توفير الدعم الفني اللازم و وضع منهاج بيئي لأي من المشروعات السياحية سواء العاملة منها أو تلك التي مازالت تحت الإنشاء. و تساعي الهيئة في أعمال المراجعة و المتابعة و التفتيش الدائم علي هذه النشاطات السياحية أن تتوافر بما مقومات المحافظة علي البيئة و دعم نشاطات التنمية البيئية لها . و يقوم الدعم الفني الذي تقدمه الهيئة لهذه المشروعات علي تطبيق مفاهيم سياحية جيدة في بيئة جيدة و نظيفة .

و سيين هذا الباب من هذا البحث نشاطات الهيئة الداعمة لتوظيف التقنيات و الدراسات و التطبيقات الحديثة لخدمة قطاع السياحة في مجالات الحفاظ علي البيئة و ترشيد استهلاك الموارد الطبيعية المتاحة .

٣-١ التطبيقات و التقنيات في غزو الصحراء و عناصر السياحة البيئية

أمكن للهيئة العامة للتنمية السياحية من خلال مسئولياتها التي تضطلع بها أن تسهم في خلق مجتمعات حضرية و تنمية و اجتماعية علي طول الشواطئ المصرية بساحل البحر الأحمر و بشبه جزيرة سيناء. حيث قامت سياساتها المخططة و المنفذة علي توفير مناطق و مراكز سياحية للاستثمار السياحي الفردي و الجماعي ليس فقط علي طول حزام الشواطئ و لكن أيضا شملت مناطق خلفية لم تكن مأهولة من قبل .

و لقد ساعد هذا النشاط علي ترسيخ مبادئ غزو و تعمير الصحراء و ابتكار و أضافه فرص و نشاطات سياحية جديدة و متنوعة لمميزات و عناصر الخريطة السياحية المصرية و التي لم تكن معروفة أو ممارسة من قبل.

و في إطار المفهوم البيئي الحاكم لنشاطات غزو الصحاري و تنميتها ، تم توظيف مفاهيم تنمية سياحية جديدة تخاطب متطلبات مجموعات معينة و تشجع علي ممارسة هذه النشاطات بصورة لها أثرها الاقتصادي و الاجتماعي الملموس .

و من هذه المفاهيم البيئية التي عيّنت الهيئة العامة للتنمية السياحية علي دفعها و ترسيخها و تطويرها لظروف الطبيعة المصرية و التي لم تكن لسنوات قليلة ماضية من المفاهيم المطروقة و قد كان لوزارة السياحة المصرية و هيئة التنمية الفضل لدعمها هي نشاطات السياحة البيئية (أيكولوجية) .

و مفاهيم هذه السياحة البيئية تقوم علي خلق منهاج سياحي بيئي يجسد منظومة الصداقة للبيئة في كافة متطلباته و يمكن لهذا المفهوم تطبيقه سواء في مناطق قريبة من الشواطئ لدعم نشاطات الغوص و البحر أو في قلب الصحاري لدعم نشاطات السفاري و التريض و مراقبة الطيور و غيرها .

و بتسثل مفهوم الفندق البيئي (ايكولوجي) أو السياحة البيئية (ايكو توريست) في توظيف مخرجات البيئة المخطط كالموقع خدمة متطلباته . و ينعكس ذلك المفهوم على كل عناصر العمل الهندسي بتصميماته أو على خطط الإدارة له. فهذا المفهوم يتطلب توظيف العمالة و الخامات المحلية بتوقع المشروع بصورة مباشرة و رئيسية و تقليل الواردات سحبي من المناطق القريبة المتاحة - و تفعيل أهمية الصورة البيئية الاولى على صورتها Virgin Environment .

و لذلك فإن اختيار أسلوب البناء و الطابع المعماري و مواد البناء كلها تخضع للقاعدة السابقة . و أيضا بالضرورة يصح في مجالات المياه و انصرف الصحي و الطاقة أن يتيح حظ تصميمي يقوم على محاور :- الموارد المتاحة بمنطقة المشروع و أعداد التدوير و الاستخدام و ترشيد الاستهلاكات و التوفير و الحفاظ على البيئة ووضع كل السبل لعدم الأضرار بالمصادر الطبيعية المتاحة . و بما يخدم مفهوم و مبدأ أن استهلاك المصادر الطبيعية المتاحة يجب أن يكون فقط في حدود المتطلبات لأن الأجيال القادمة قد تجد صعوبة في توفير مصادر جديدة عوضا عن المصادر التي نفذت . و يمثل المرفق رقم (٤) رسم توضيحي لمفهوم إدارة و تقليل الاستهلاك بالفندق البيئي في صورته المثلى .

و خلال السنوات القليلة الماضية رعت هيئة نشاطات عديدة لإصدار الكتيبات و عقد الندوات و المؤتمرات الخادفة إلى الترويج لهذا المفهوم السياحي الجديد و دعمه و تنسيقه بما يخدم فرص سياحية جديدة تضاف للخريطة السياحية المصرية . ليس هذا فحسب بل تمت الهيئة دراسات و تطبيقات هذا المفهوم و النجح في خلال منطقتي عمل و هما منطقة بحيرة قارون بمحافظة الفيوم و منطقة تطوير المركز البدوي بقطاع نويج - طابا بخليج العقبة بجنوب سيناء . و قد مثلت هذه الدراسات و التطبيقات نماذج إرشادية للمشروعات المماثلة بما يتيح أمام المشروعات المستقبلية فرص الدراسة و التزود بخبرات التصميم و التطبيق .

و يجب أن لا نغفل دور بعض الجهات الأجنبية العاملة بمصر و العاملة تحت مظلة و رعاية الهيئة العامة للتنمية السياحية مثل البرنامج الأمريكي أو الياباني و غيرها و اللاتي كان لها إسهامات في إصدار الدراسات و الكتب الإرشادية و دلائل التطبيقات و المراقبة البيئية و تطبيقاتها لكي تكون تحت تصرف المتشعنين بها بالمشروعات الجارية .

٢-٣ تطبيقات الترشيد Water Conservation

أن مفهوم الترشيد Water Conservation لاستهلاك المياه أصبح بالغ الأهمية ليس لبعده البيئي فحسب و لكن لما يتسببه من بعد اقتصادي ذو أهمية بالغة أيضا. فالنظرة البعيدة الأمد تتطلب منهجا تطبيقيا مخططا له بعناية و يراعي به كافة المتطلبات التنفيذية المطلوبة. و لقد ازداد الإدراك لمفهوم الترشيد مع ازدياد عمق الممارسة للنشاطات السياحية و تراكم الخبرات في هذا المجال خلال الخمسة عشرة الماضية بعد أن كانت الخبرات المتاحة نادرة و قليلة أو في الأغلب منقولة بما لا يراعي الظروف التشغيلية بمصر و محدداتها .

أن ترشيد الاستهلاك و بخاصة في قطاع المياه يعني مباشرة و بالتبعية تقليل التلوث Pollution Prevention و تقليل كمية المياه في صورة صرف صحي و تقليل متطلبات معالجته و التعامل معه . و قد وضعت العديد من الدراسات التي أنتجتها الهيئة و تطبيقات المتابعة و التفتيش المتبعة العديد من عناصر الترشيد التي يتطلب لكل مشروع تبعا لظروفه التطبيقية الخاصة به تحديد أولوياتها و عناصرها .

و تشمل هذه العناصر علي سبيل الذكر لا الحصر مبادئ استخدام عناصر التشغيل الأمثل و الملائم للمستهدف من مكونات نظام المياه التي تتيح الغلق المباشر أو الغلق المتحكم فيه لكل نقاط تصريف المياه المتوفرة سواء في أغراض النظافة العامة أو بدورات المياه أو المغاسل أو المطابخ و كذلك في متطلبات نظم الري للمسطحات الخضراء .

و من ذلك استخدام محابس ذات إمكانية تحكم و غلق و أجهزة تشغيل بتقنية حديثة في المراحيض و دراسة إمكانية فصل المياه السوداء عن المياه الرمادية **Black and Gray Water** لتقليل كمية المياه المتجهة لأعمال المعالجة (السوداء) و تدوير المياه الرمادية أو استخدام مياه طرد محطات التحلية **Brine Water** لأغراض تشغيل دورات المياه أو في غسيل الأواني و غيرها من النشاطات و أيضا استخدام رشاشات أو منقطات لشبكات الري و غيرها من تطبيقات التدوير و الترشيح.

٣-٣ تقنيات المعالجة و التحلية المتبعة

نظرا لأن مناطق التنمية السياحية و التي تخضع لأشراف الهيئة العامة للتنمية السياحية تقع علي طول السواحل المصرية بالبحر الأحمر و شبه جزيرة سيناء و نظرا لأن هذه المناطق ظلت لفترات طويلة و مازالت إلا فيما ندر ، تعاني من قلة مرافق البنية الأساسية بما من أعمال تغذية بالمياه و الصرف الصحي و معالجتهما . فلقد أخذت الهيئة علي عاتقها أن تكون هذه الاحتياجات من متطلبات التنمية الرئيسية التي يلتزم بها المستثمرين سواء علي صعيد الاستثمار الفردي أو الجماعي ألا إذا توافرت هذه المصادر من خلال خطط تنمية حكومية أخرى كما هو الحال في أجزاء من رأس سدر و أجزاء من الغردقة و غيرها حيث تتوافر المياه النقية من خلال شبكات التغذية الحكومية .

و قد أدى هذا النهج في توفير بنية أساسية تتمثل في شبكات مياه شرب و صرف صحي و كذلك محطات تحلية مياه و محطات معالجة الصرف الصحي باستثمارات عملاقة بكل هذه المناطق بما أدى لخلق تجمعات حضرية حولها و كان له مدلوله و بعده الاجتماعي الواضح من خلق فرص عمل جديدة و رفع مستوى المعيشة و تحويل محافظات و مناطق غير منتجة و مستوردة إلى مناطق دخل قومي ، و قد تم ذلك بدون التحميل علي ميزانيات الدولة و خططها بأية أعباء إضافية بل أضافت إلى موارد الدولة من المصادر الجديد و من الإمكانيات المزيد .

و تبلغ قيمة الاستثمارات في مجالات التغذية بالمياه و الصرف الصحي قرابة ٩٥٠ مليون جنية مصري تم ضخها في صورة استثمارات مباشرة و غير مباشرة في عروق الاقتصاد القومي خلال فترة الثمانية سنوات الأخيرة.

و تحرص الهيئة من خلال إدارتها الفنية كإدارة البنية الأساسية علي التحقق من توافر المقومات الفنية و الهندسية في المشروعات السياحية سواء خلال مراحل الترخيص و المراجعة و الاعتماد أو خلال مراحل المراجعة علي الطبيعة للمشروعات تحت الإنشاء أو الجاري تنفيذها .

حيث يتم خلال مراحل اعتماد الرسومات الهندسية التحقق من كفاءة و كفاية التصميم لمتطلبات المشروع طبقا لقواعد و اشتراطات الهيئة و يتم التأكد من عناصر التصميم المختلفة من شبكات و أعمال تخزين و رفع و كذلك محطات تحلية و معالجة لمياه الصرف الصحي ، كما يراعي أثناء الزيارات الميدانية من التحقق من توافر المعايير الهندسية المثلي للتنفيذ بالمشروعات تحت الإنشاء و كذلك من التحقق من توافر المعايير الفنية لتشغيل المشروعات العاملة . و يشمل هذا البعد ليس وحده المتطلبات الهندسية و لكن أيضا المعايير البيئية .

و قد وضعت الهيئة أسس و قواعد تحديد متطلبات المياه و كميات مياه الصرف الصحي المتوقعة و التي يجب علي أساسها تصميم محددات المشروع من شبكات و محطات و خلافة . و من التقنيات الشائعة الاستخدام الاعتماد علي نظم التحلية بأسلوب التناضح العكسي Reverse Osmosis (مرفق رقم ٥ يوضح دياگرام للنظام) في تصميم و تنفيذ محطات التحلية و بمراجعة الاشتراطات البنية من حيث الموقع و مكان أبار السحب و ابار الطرد و معدلات الطرد و غيرها . و كذلك فإن محطات معالجة مياه الصرف الصحي تعتمد علي تقنيات نظام الحماة المنشطة سواء بالطريقة التقليدية Conventional أو ذات التهوية الممتدة Extended Aeration (مرفق رقم ٦ يوضح دياگرام للنظام) أو غيرها من التطبيقات المختلفة التي أثبتت نظريا و عمليا كفاءة في التشغيل و قلة في الاستهلاك كمتطلبات طاقة و متطلبات تشغيل و صيانة .

Running Costs for Operation and Maintenance .

٣-٤ الخلاصة و الخطط المستقبلية

أن فترة التطبيق الماضية ، التي تخطت خمسة عشرة عاما ، قد أكسبتنا جميعا كمستولين عن برامج التخطيط و التطوير أو كمستثمرين العديد من الخبرات التراكمية التي أتاحت التعلم من تجارب الآخرين و من تجاربنا الخاصة ، و أصبح لدينا منبهاج عمل واضح لدفع العمل و النشاط السياحي و تطويره بصورة تخدم الحاضر و المستقبل . و قد جاء البعد البيئي و أضحت مفرداته ذات بعد محوري لتشكيل منظومة العمل المتكاملة و الناجحة و بخاصة مع تزايد الإدراك و الوعي لمتطلباته .

و يقوم المنبهاج المنبع علي توظيف كافة التقنيات الحديثة و التي سبق ذكر بعضها و ليس حصره في مجالات ترشيد الطاقة و كذلك ترشيد استهلاك المياه و أعاده الاستخدام و التدوير و اتباع تقنيات مقبولة فنيا و هندسيا في تكنولوجيات محطات التحلية و المعالجة و أيضا تبني أفكار جديدة مثل الفندق البيئي و تطبيقاته و خطط الحفاظ علي البيئة قد أتاحت تكوين خطط العمل لتطوير الحالي لخدمة المستقبل بما يضمن تحقيق الأهداف المرصودة للعمل السياحي كقطاع منتج في الاقتصاد القومي المصري .

٤- المراجع:

- كتاب جمعية مهندسي التكييف و التبريد الأمريكية (ASHRAE)
- دليل الأيكولوج : الهيئة العامة للتنمية السياحية
- برنامج الإدارة البيئية - مشروع التنمية المستدامة بالبحر الأحمر / الهيئة العامة للتنمية السياحية

٥- شكر و تقدير

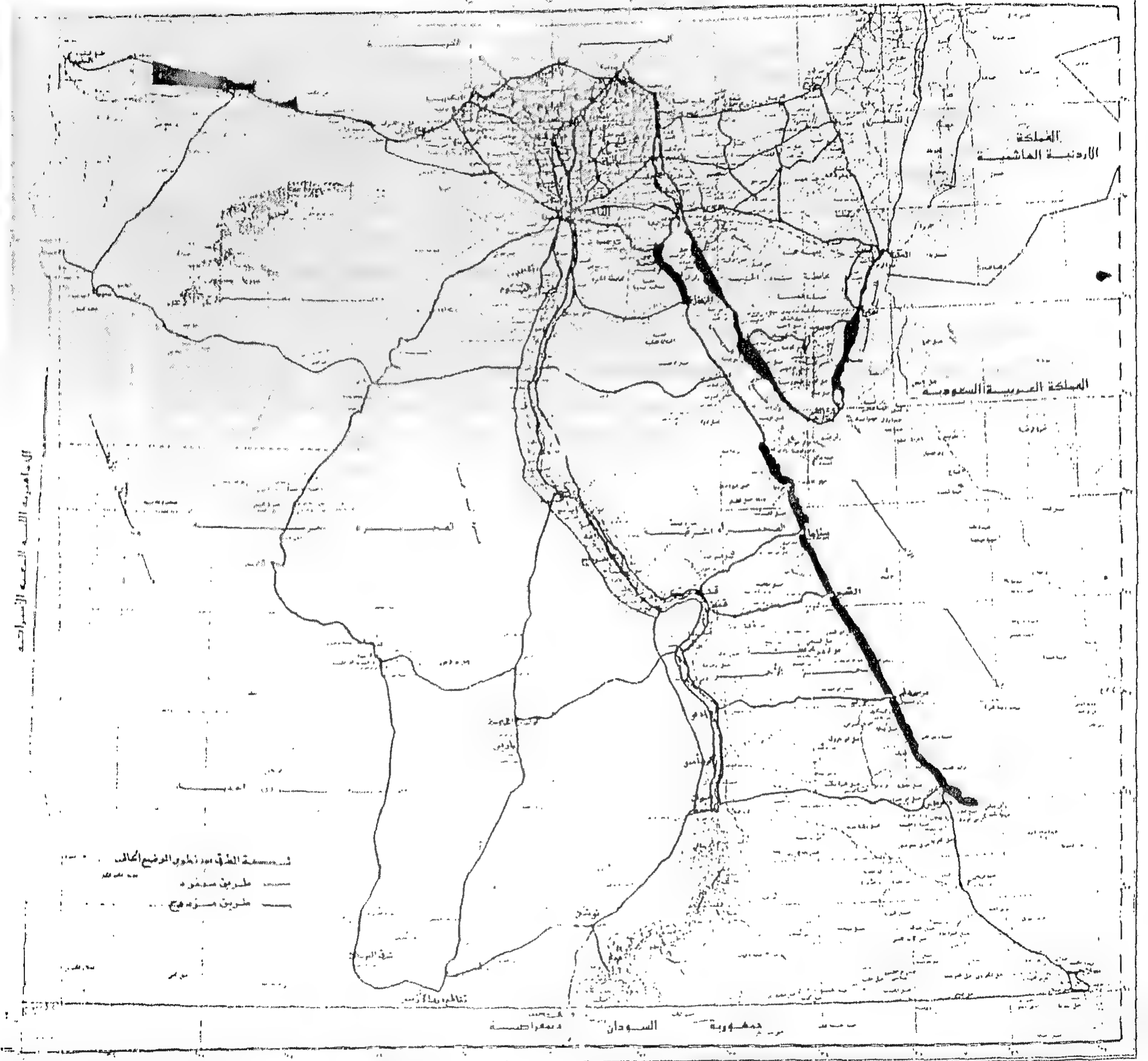
بتوجه فريق البحث بالشكر العميق للسيد الدكتور مهندس / عادل راضي رئيس الجهاز التنفيذي للهيئة العامة للتنمية السياحية لصداق تعاونه و جهوده لإثراء البحث بكافة البيانات و الإحصائيات الواردة عن المشروعات السياحية التي تم الاستعانة ببياناتها في دراسة الحالة بهذا البحث .

و وافر الشكر لكل من السادة المهندسين / مجدى مسعد فايد و المهندس / محمد السيد محمود و المهندس / ياسر علي حسن و الهندسة / فمي مسعود أحمد و الأستاذة / عبير عبد الرحمن على تعاونهم مع فريق البحث .

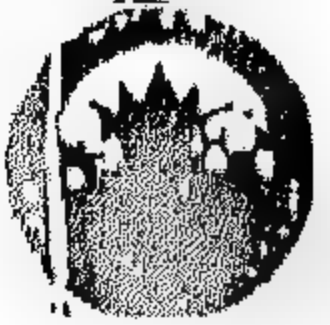
مرفق رقم (١)

خريطة توزيع مناطق قطاعات التنمية السياحية المختلفة بالبلاد

جمهورية مصر العربية



جمهورية مصر العربية
ARAB REPUBLIC OF EGYPT
وزارة السياحة
MINISTRY OF TOURISM



الهيئة العامة للتنمية السياحية
TOURISM DEVELOPMENT AUTHORITY



مناطق التنمية السياحية

طبقاً لقرار الجمهوري ٤٤٥ لسنة ١٩٩٢



وزارة السياحة

مرفق رقم (٢)

حصر عام لأبرز المشروعات الجاري تنفيذها تحت إشراف الهيئة العامة لتنمية السياحة
مع بيان القدرات الاستيعابية للطاقة الفندقية و متطلاتها من الطاقة الكهربائية و المياه

أ - مشاريع التنمية المحدودة

اسم الشركة	المنطقة	اسم المشروع	الطاقة الكهربائية ميجا وات	تقديرات مياه الشرب متر مكعب / يوم
سارية للتنمية السياحية	القصر	سارية ريزورت	٢ ميجا	٣٧٠
سرينا بيتش	القصر	موفينيك	٥ ميجا	٢٣٠
سراج حويدق	القصر	يوتوبيا بيتش	٠,٥	٧٥
المصرية للسياحة	الفردقة	ألف ليلة و ليلة	١,٨	٣٠٠
بنائى للتنمية السياحية	الفردقة	قرية عزبة الأندى	١,٥	١٠٠
شركة وينجر للفنادق	الفردقة	بالم بيتش ريزورت	١,٢	١٧٥
كيميدار للسياحة	الفردقة	قرية جولدن ايميت بيتش كنوب	٢ ميجا	٤٢٠
أن آر للتنمية	الفردقة		٢,٥ ميجا	٣٥٠
شركة أوبروى الفردقة	الفردقة	منتجع أوبروى	١,٨ ميجا	٢٠٠
الأهلي للتنمية العقارية	سهل حبش	فندق ابروتيل	١	٢٠٠
براميزا للفنادق و القرى السياحية	سهل حبش	فندق براميزا	١,٨	٢٦٠
شركة هارموني	أبو المخادج	مشروع هارموني	١,٣	٢٧٥
المهندسون المصريون للتنمية السياحية	أبو المخادج		١,٦	٣٢٠
طوبيا للتنمية السياحية	طابا	طابا أن	١	٦٠
مجموعة جزيرة للاستثمار	طابا	فندق و منتجع	٥,٥	٤٣٠
اماركو للاستثمار	طابا	ارمانوس ريزورت	١,٧	٣٠٠
شركة الفتح للتنمية السياحية	طابا	لاجونا طابا	٦	١٠٠٠
جنوب سيناء للقرى السياحية	طابا	منتجع وادى المحاشى	٢,٥	٤٠٠
جوى لاند تورزم	طابا	قرية جوى لاند	١,٧٥	١٧٥
شركة سردينيا أيجيت	العقبة	منتجع سردينيا	٢,٢	٣٥٠
بريمر للاستثمارات	العقبة	طابا باراديس	٥,٢	٤٥٠
شركة لابروا للتنمية	العقبة	منتجع طابا السياحي	٤	٣٧٠
الأرضي للتنمية العقارية	العقبة	منتجع الشاطئ الوردي	٤,٥	٥٥٠
نيتون للفنادق و القرى	المراخ	سى ستار بيتش	٢,٥	١٠٠

ب - مشاريع التنمية المتكاملة

أسم الشركة	المنطقة	أسم المشروع	الطاقة الكهربائية ميجاوات	تقديرات مياه الشرب متر مكعب/يوم
المصرية للمنتجات السياحية	البحر الأحمر	تنمية مركز سهل حشيش	١٩	٩٠٠٠
أبو سومة	البحر الأحمر	أبو سومة	١٢	٤٥٠٠
شرم البحر الأحمر	القصر/مرسى علم	الشرقيون كوست	٦	٥٠٠ مرحلة أولى
خليج مكادى	البحر الأحمر	خليج مكادى	٧	١٠٥٠
المالحة للخدمات السياحية	خليج العقبة	رواد ذهب السياحي	٩	٣٦٠٠
مرتفعات طابا	العقبة	تنمية مركز الحميرا	٤٠	٤٠٠٠ (مرحلة أولى)
المنتزة للسياحة و الاستثمار	العقبة		٣٢	١٠٠٠٠
شارمنج شارب	العقبة	تنمية شرم الشيخ الجديدة	٥٠	٦٠٠٠ (طاقة لمائية ٣٣٠٠٠)
طابا	العقبة	منتجع شاطئ طابا	٣٠	٦٠٠٠

مرفق رقم (٣)

مقارنة تكاليف الاستهلاكات الشهرية (غاز/كهرباء) لوعين من أنظم التكييف
إحداهما تعمل بالامتصاص و الأخرى باستخدام كاسات و وسائط تبريد فريون

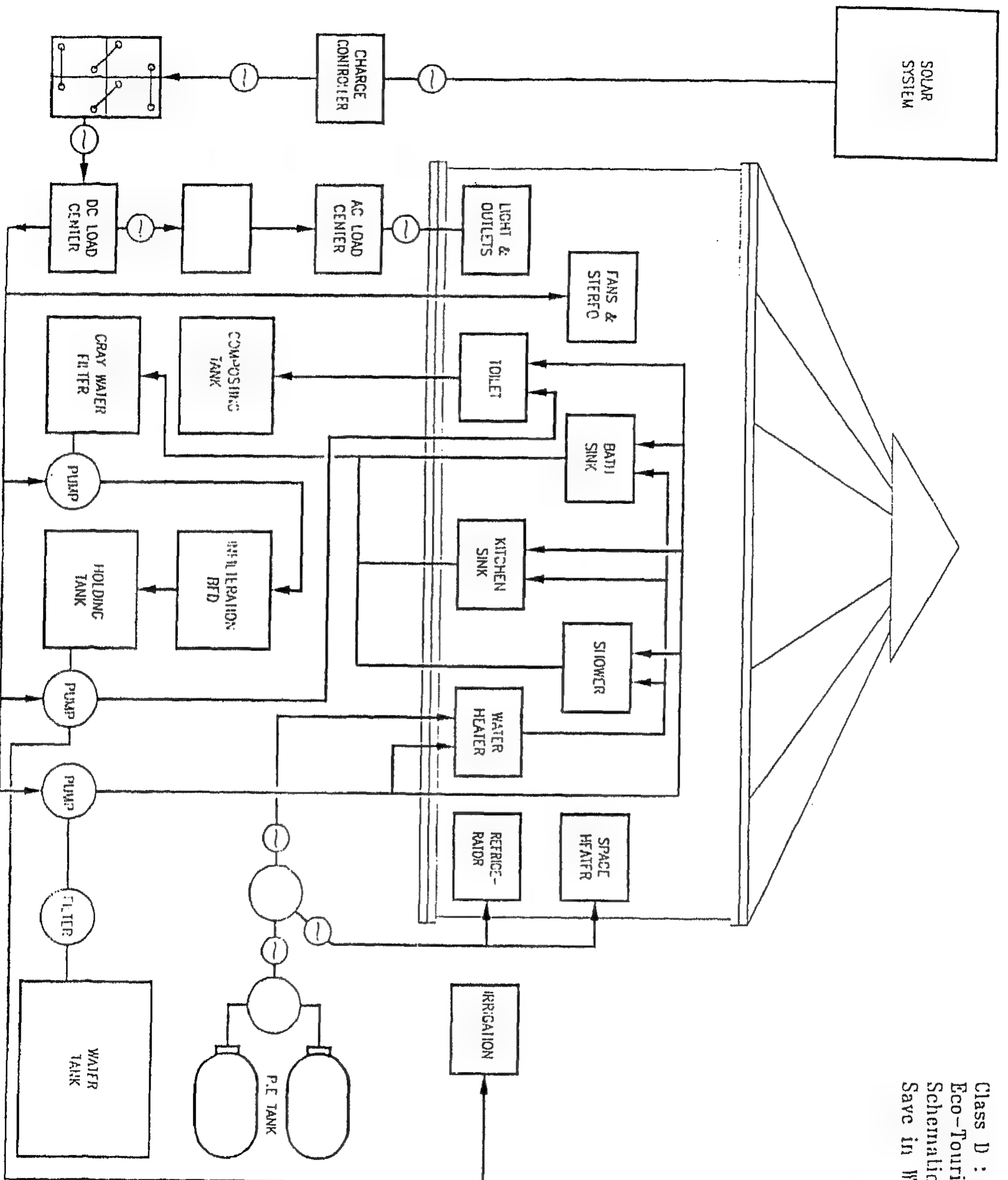
الموصف	الفترة	أجهزة تكييف نظام امتصاص و التسخين بالغاز الطبيعي	أجهزة تكييف بالنظام التقليدي (بالكهرباء)
قدرة التبريد	كيلو وات/ساعة	١٧١	١٦٨
استهلاك الكهرباء	كيلو وات/ساعة	٦,١	٨٣
استهلاك الغاز الطبيعي	متر مكعب/ساعة	٢٥	---
ساعات العمل الشهرية	ساعة	١٥٦	١٥٦
تكاليف إجمالي استهلاك الكهرباء			
٤٥ قرش/كيلو وات (تجاري)	جانب مصري	٥٧٥,٧	٥٨٢٦,٦
١٨ قرش/كيلو وات (صناعي)	جانب مصري	٢٣٠,٣	٢٣٣٠,٧
تكاليف إجمالي استهلاك ال غاز الطبيعي			
٣٠ قرش/متر مكعب (تجاري)	جانب مصري	١١٧١	---
١٤ قرش/متر مكعب (صناعي)	جانب مصري	٥٤٦,٩	---
إجمالي استهلاك الطاقة الشهري			
تجاري	جانب مصري	١٧٤٦,٧	٥٨٢٦,٦
صناعي	جانب مصري	٧٧٧,٢	٢٣٣٠,٧

و عليه فان أجهزة تكييف الهواء بالامتصاص توفر من إجمالي تكاليف التشغيل بالمقارنة للأجهزة التي
تعمل بالكهرباء نسبة :

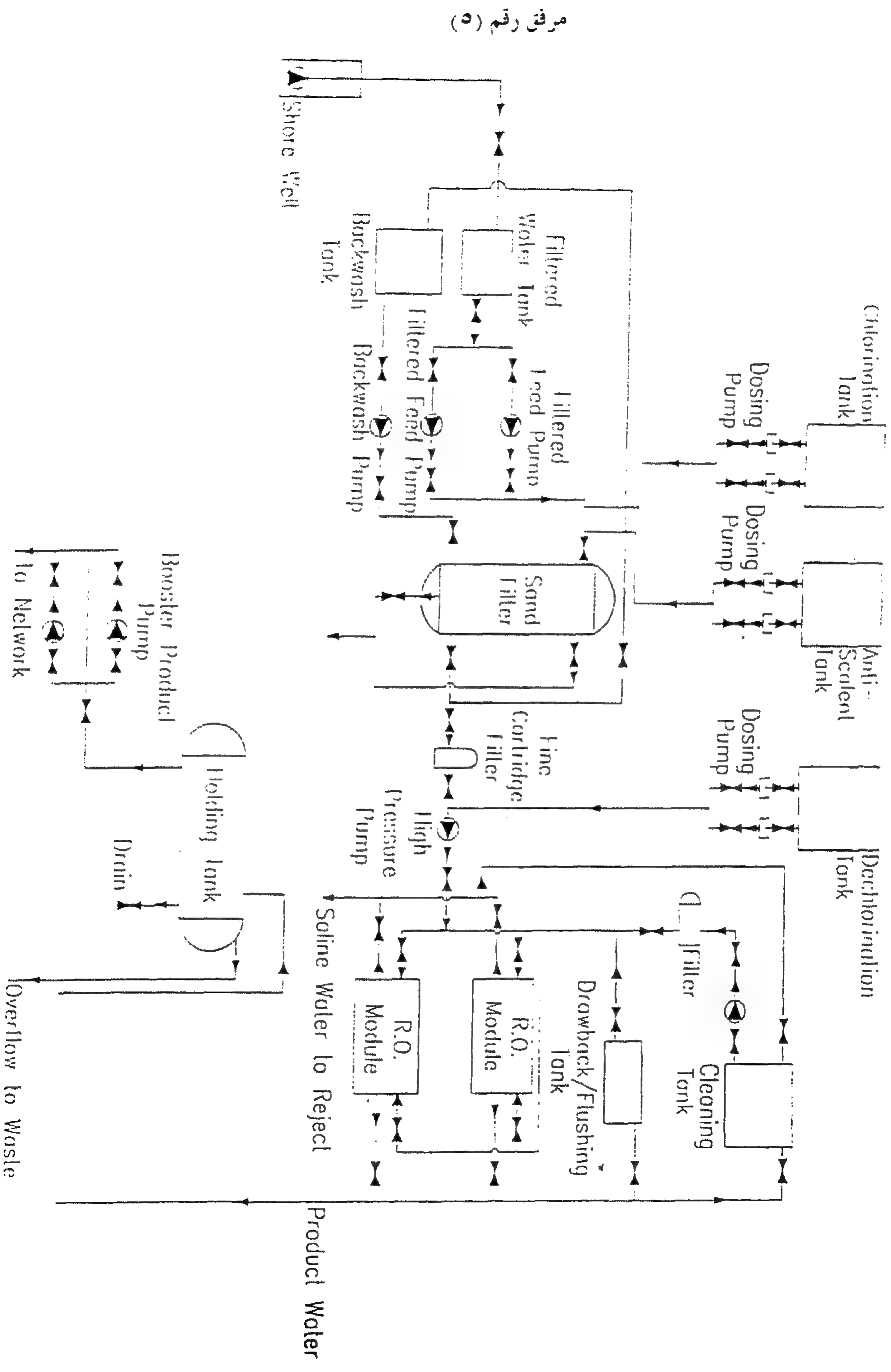
- تجاري : ٧٠,٠٠ %
- صناعي : ٦٦,٦٥ %

Class D :
Eco-Tourist, Eco-Lodge
Schematic Presentation.
Save in Water and Energy.

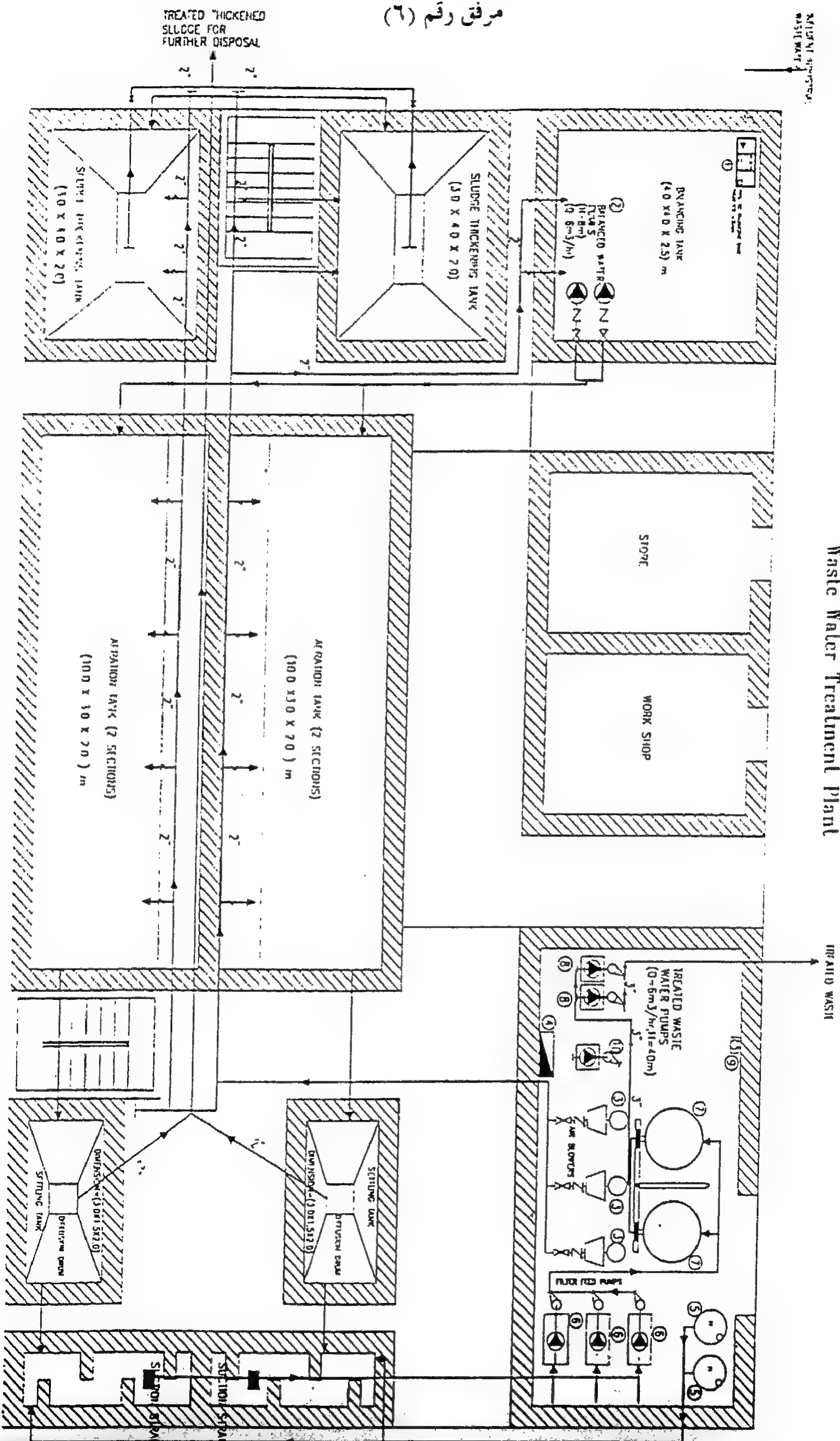
مرفق رقم (٤)



Class B/C : Desalination System Flow Diagram "K.O."



Class B/C :
Schematic Presentation
Waste Water Treatment Plant



مرفق رقم (٦)



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

نقل التكنولوجيا للاستفادة من البحث العلمي والابداع

5/5

الموارد البشرية، هل نحن جادون بشأنها ؟

مهندس / لطفى مزهر

HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT

ARE WE SERIOUS ABOUT IT?

Lotfi A. Mazhar

*Executive Director
Federation of Egyptian Industries*

SUMMARY

Human quality and competitiveness. How to build a corporate HRD strategy?. Implementation of the individual development plan. Human Resources Management. Example for development trade skill standards on a national level.

INTRODUCTION:

Education and training remain a supply based government policy.

The result:

- An over supply in the employment market and mismatch between labour supply and demand
- Retraining and orientation for the needed jobs have become the responsibilities of the employer
- The result is higher cost for the employer and in turn to the total economy

HUMAN QUALITY AND COMPETITIVENESS

- Is the human quality a factor in building the country and enterprise competitive advantage?

- The level of competitiveness in the New World economy is highly dependent on the level of human intellectuality and skills within the competing economies.
- Human intellectuality and skills are an outcome of quality in education and continuous training, and both are the responsibility of the social partners (government, employers and labour)

HOW TO BUILD A CORPORATE HRD STRATEGY?

- HRD strategy is part of a business strategy, which identify the strategic business objectives in a time frame between 7 to 10 years.
- The needed human resources quality and number can then be identified.
- Benchmarking with best performing competitor is recommended.
- Periodic review and update of the existing organization structure, manning level, and qualities to ensure consistency with the business strategy.
- Periodic assessment of current human resources and identify the gaps in needed skilled and jobs.
- Develop a corporate development plan for the employees covering:
 - Job orientation
 - Rotational assignments
 - On-job training and outside training
- Develop a career development plan for high potential personnel.

IMPLEMENTATION OF THE INDIVIDUAL DEVELOPMENT PLAN

- Based on the employee annual performance assessment, identify the required training based on the gaps in skills knowledge and his career development plan.
- Draw a time schedule for each individual development plan to avoid any conflict with the normal working needs.
- Identify the training providers (in-house or outside institutions) after selecting the appropriate development program.
- Based on the feedback assessment of the training effectiveness, development / training plan can be adjusted.

HUMAN RESOURCES MANAGEMENT

- Human resources should be placed as high as the functional departments in the organization, as it has an important role in achieving the organization strategic objectives as the other functions have.
- HR should have clear duties and responsibilities.
- Setting up an optimum organization structure congruent with the corporate strategic objective.
- New recruitment is dictated by:
 - Enriching the organization with skills required
 - Replacing existing personnel with higher quality people to upgrade the total quality of the organizational performance
- Promotions are important for a number of reasons of which:
 - Rewarding the high performers
 - Capacity of the incumbent employee exceed current job requirement
 - Better use of resources

- Timely revision of the organizational structure to maintain optimum manning level (needed skills at optimum cost) without compromising efficiency and effectiveness.
- Maintain a competitive compensation package within the relevant competing employers market.
- Coordinate an annual performance appraisal for all employees, recommend annual salary increases, promotions, and benefits packages revisions.
- Annual review of employees' development plan to ensure continuity of capacity upgrading of the organization.

EXAMPLE FOR DEVELOPMENT TRADE SKILLS STANDARDS ON A NATIONAL LEVEL

Educational training system

A four-year project commenced in November 1999 aiming to change the vocational training system from a supply driven to a demand driven system.

Trade skills standards

Develop skills standards by representation from various trade sectors under the umbrella of the Federation of Egyptian Industries from which appropriate curriculum and qualification system can be derived to meet the present and future needs of Egyptian industry.

The development of the skills standards uses the functional analysis method.

Process

- Review existing Egyptian and European systems, standards and assessment methodology.
- Prepare a generic framework methodology and format for developing Egyptian standards
- Functional Map -----► Identify skill standards -----► develop the skill standards
- Adopt existing standards and develop new ones for the identified trades

CONCLUSION

- Human resources quality is not only a key in building the competitive advantage of the enterprise but also in building the competitiveness of the whole country.
- Human resources development should receive serious attention of the government, employers and trade unions, and should identify their future employment needs in terms of professional quality level and skills.
- Educational and training institutions should respond and plan for these needs.
- Business associations and trade unions should play a key role in identifying future needs on new trade skills and to coordinate with the relevant vocational training centers.

السيرة الذاتية

C.V.

- المدير التنفيذي - اتحاد الصناعات المصرية.
- المدير السابق لشركة اسو للبترول.

تطوير الموارد البشرية : هل نحن جادون عنها

ملخص البحث

م. لطفى مزهر

المدير التنفيذي - اتحاد الصناعات المصرية - القاهرة

- جودة الفرد والمنافسة.
- كيف يتم بناء استراتيجية للموارد البشرية.
- تطبيق خطة التطوير للفرد.
- ادارة الموارد البشرية.
- مثال لتطوير مستوى المهارة المهنية على المستوى القومى.



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مدمجة

6

مقدمة تمهيدية

مهندس / حسن نور الدين الجبالي

الجلسة الخامسة

((الهندسة الميكانيكية واحتياجها إلى تقنيات مدمجة))

مهندس / حسن الجبالي

مقدمة :

الهندسة الميكانيكية مهنة بالغة القدم يرجع تاريخها إلى حين بدأ الإنسان يلتمس معونة الآله في أداء الأعمال التي تفوق قدرته الجسمية ليحصل على غذائه وكسائه وسائر حاجاته ، وابتكر لذلك أنواعا من الآليات البسيطة لتعينه على الصيد والزراعة والصناعة والقتال والنقل والبناء وكان المصريون القدامى رواد هذه الابتكارات الأولى بلا منازع . ومنذ هذا العهد الأول للهندسة الميكانيكية دأبت على التطور المستمر فانتقلت بعد هذه العهود الأولى إلى استخدام الطاقات الطبيعية المتجددة لتسيير السفن والطحن والعصر والتجفيف . ثم بدأ التحول الخطير في القرن الثامن عشر الذي أكسب الهندسة الميكانيكية أسماها الحالي وهو تحويل طاقة الوقود الحرارية إلى طاقة حركة.

ومنذ ذلك العصر الذي اتسم بابتكار الآله البخارية ، تسارع التقدم والتطور في الهندسة الميكانيكية وظهرت تقنيات جديدة ومتلاحقة في القرنين التاسع عشر والعشرين . وفي منتصف هذا الأخير بدأ ممارسو الهندسة الميكانيكية يشعرون بإحتياجهم إلى الاستعانة ببعض التقنيات الأخرى التي تطورت أيضا لتصبح ذات فائدة كبيرة حين تندمج مع الهندسة الميكانيكية وقد استمر هذا الاندماج في التقدم والتطور حتى عصرنا هذا وما زالت أمامه آفاق مستقبلية حتى أصبحت التكنولوجيات المدمجة بحق هي سمة العصر معززه بحركة اندماج العلوم التي سايرتها وعاصرتها ، ومن أمثلة اندماج الهندسة الميكانيكية مع التقنيات الأخرى :

١. الاندماج مع الهندسة الكيميائية وقد ظهرت بادئ الأمر في دراسات الاحتراق الداخلي والخارجي وتطورت إلى توليد الطاقة الكهربائية مباشرة بواسطة خلايا الوقود وجميع هذه الأعمال ما زالت في تقدم مستمر.

٢. الاندماج مع الهندسة الكهربائية التي بدأت بالآلات والأجهزة الكهربائية للحركة وتحويل القدرة ، ومن أبرز معالمها في الألفية الثالثة المركبات الكهربائية والمدمجة التي بدأت تغزو الأسواق.

٣. هندسة المواد وكان لانتقائها مع الهندسة الميكانيكية أكبر الفضل في تطوير المحركات التوربينية والصواريخ ومعدات الفضاء.

٤. الهندسة الإلكترونية وقد كان اندماجها أثر كبير في تطوير أنظمة الهندسة الميكانيكية في مجالات التشغيل أو التحكم . ويعد هذا الاندماج أكثر الأنواع نمطية وتطوراً وتحول إلى تقنية جديدة لها أصولها وقواعدها وأطلق عليها (الميكاترونيك).

٥. هندسة الحاسبات (الحاسوبات) بنوعيتها الألى والبرمجى وما لها من أثر كبير بالاختصاص في هندسة التحكم والتي ساعدت على اختصار كبير وزيادة الفاعلية لمعدات التحكم . وقد أصبح من النادر أن تخلو أى أنظمة ميكانيكية حديثة من معدات الحاسوب.

٦. الهندسة الطبية وقد أصبح لها فرع يختص بالتركيبات والمساعدات الميكانيكية لجسم الإنسان له منجزات باهرة في تطوير الأطراف الصناعية والمعدات المساعدة لحركة الإنسان المعوق.

هذا ولاشك أن حرص المهندسين الميكانيكيين في العالم على تطوير هذه الاندماجات وتقويتها وحسن استثمارها كان له أكبر الأثر في احتفاظ الهندسة الميكانيكية بمركزها الرائد بين أنشطة الهندسة الأخرى. وبديهي أن هذه الاندماجات تتم اقتداء بما سبق في مجالات أخرى مثل العلوم والأجناس البشرية والحيوانات والنباتات (مما يطلق عليها التطعيم) وتسرى عليها نفس القاعدة التي تضع شرطاً أساسياً لصحة الاندماج وتحقيق جدواه أن يكون العنصران المندمجان متآلفين ومتكاملين . والجدوى في الهندسة الميكانيكية تعنى ارتفاع القيمة بأركانها (الكفاية - الوفرة - خفض التكلفة) .

وغنى عن القول أن الاحاطة الكاملة بحالات اندماج التكنولوجيات المختلفة مع الهندسة الميكانيكية سواء ما تم منها وأثر أو مازال في دور التجربة أو ما يأتى به المستقبل هو أمر بالغ الصعوبة ، ولكن هذا لايقعدنا عن السعى وراء الاستفادة من هذا التيار التقنى العالمى فنبداً بدراسة واستيعاب ما تم ثم نكد في تكوين تقنياتنا الخاصة .

وفى سبيل ذلك جمعنا فى هذا المحور من محاور المؤتمر أربع حالات معبرة عن الاندماج التكنولوجى محورها الهندسة الميكانيكية :

(أولاً) فى مجال هندسة المواد التى كانت دائماً وراء كل تقدم فى الهندسة الميكانيكية وبالاخص فرعها (الميتالورجى) تعرض دراسة عن (محاولات الحديد الزهر للبقاء بين المواد الحديثة فى الألفية الثالثة) يقدمها أ.د.م. عادل نوفل .

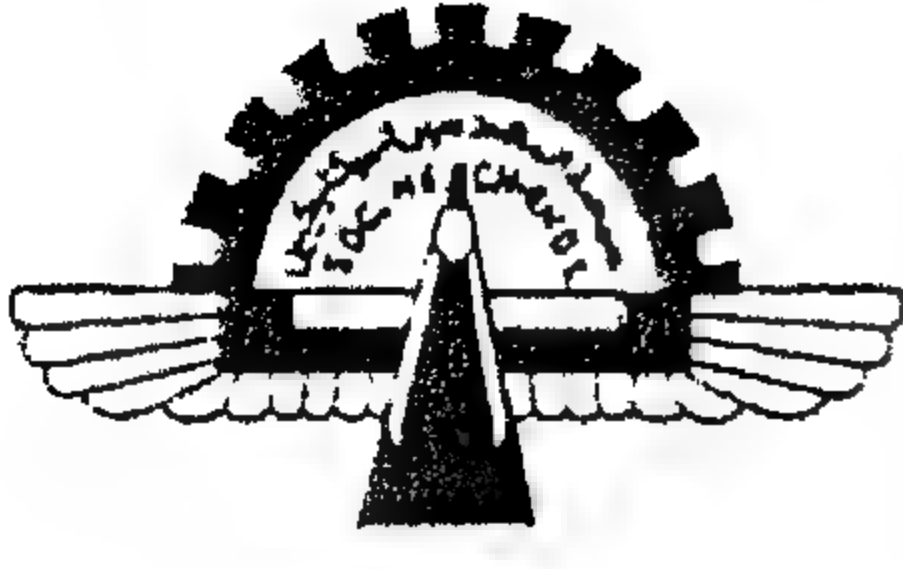
(ثانياً) فى مجال استخدام الحاسب الالى فى تقنيات النمذجة الطبيعية خدمة لاعمال التصميم الميكانيكى تعرض دراسة عن (النمذجة الطبيعية باستخدام الحاسب الالى كاداة للتصميم الميكانيكى) يقدمها أ.د.م. سيد متولى .

(ثالثاً) فى مجال الهندسة الالكترونية واثرها الفعال فى تطوير التحكم فى التوربينات الغازية تعرض دراسة عن (منظم التوربين الغازى كنموذج للتقنيات الخليطة) يقدمها م. محمد محمود قرقر .

(رابعاً) فى مجال تصميم وادارة دورات مركبة واندماج عناصرها تعرض دراسة عن (فاعلية تطوير المحطات البخارية التكتيفية الى مراكز كهروحرارية مزدوجة) يقدمها أ.د.م. حسين الربيعى.

الخلاصة:

اندماج الهندسة الميكانيكية مع تقنيات حديثة اخرى امر معزز ومقوى لها ويزيد من فاعلية خدماتها للمجتمع طائما احسن اختيار التقنيات المندمجة معها . ولكن هذا الاندماج يمثل اعباء على ممارسى هذه المهنة ويتطلب منهم استعداداً وافراً وتأهيلاً خاصاً لمواجهة متطلباته.



جمعية المهندسين المصيرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها فى بداية الالفية الثالثة
فى الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مدمجة

1/6

التقدم فى علوم المعادن
(محاولات الحديد الزهر للبقاء بين الموارد المتقدمة
وأثارها على الهندسة الميكانيكية

استاذ دكتور مهندس / عادل نوفل

ATTEMPTS OF CAST IRON FOR SURVIVAL IN THE NEXT MILLENNIUM

By

Adel Nofal

Central Metallurgical R&D Institute

Introduction

Cast iron has been considered as one of the most important and widely used engineering alloys for more than 3000 years. Although cast iron has been always reputed for low strength, ductility and impact properties, but its superior machinability, very high thermal conductivity and damping capacity together with reasonable production costs, were important merits which helped cast iron to survive and widen its scope of applications until now. The invention of ductile iron with spheroidal graphite in 1948 was a decisive step, which led to new applications of cast iron and even helped this very old alloy to compete strongly and even replace a good part of steel castings and forgings.

With the development of other ferrous and non-ferrous alloys with distinguished properties together with the continuous rise of what we call advanced or new materials including those with specially designed properties such as composite and amorphous alloys, it was expected that cast irons will start to decline as an engineering alloys. Surprisingly, the new applications cast irons are finding in the last years, led to continuous and growing demand for cast iron every year all over the world. Thanks to the great efforts metallurgists and technologists have been making over the last five decades, since the invention of ductile iron, cast iron is still considered as one of the most needed engineering alloys.

The foundry groups of the Central Metallurgical Research and Development Institute (CMRDI) has made some contribution to those efforts since its establishment in the 1970's and it is the aim of this report to represent some of those efforts. The report will discuss different efforts in the following fields:

- Production of Al-alloyed cast iron with superior oxidation resistance
- Structure formation of cast iron with compacted vermicular C/V forms of graphite, with its excellent thermal fatigue properties
- Development of austempered ductile iron (ADI) with its superior combination of strength, ductility, impact and abrasion resistance properties
- Improvement of toughness, machinability and firecrack resistance of Ni-hard iron by inducing spheroidal graphite formation in the structure
- Processing of cast iron using untraditional forming techniques such as continuous casting and rolling
- Reduction of section sensitivity of cast iron through ultrasonic treatment of solidifying ductile iron melts

The following discussion is intended to throw some light on the main results of these efforts.

a. Alloying with Aluminum for Excellent Oxidation Resistance

Conventional grey cast irons with flaky graphite are usually characterized by low oxidation resistance, which limits their use to a maximum temperature of about 400°C. At higher temperatures, considerable scale formation and internal growth are encountered due mainly to the diffusion of oxygen along the graphite flakes/iron matrix interfaces. The development of spheroidal graphite cast iron has improved this situation to a certain extent, but still these types of unalloyed irons can not be considered for higher temperatures application and are usually replaced by irons alloyed with high contents of chromium or silicon.

Much interest has been shown over the past three decades to aluminum as a potential alloying element to increase the temperature resistance of cast iron as it forms a very thin, intact and coherent layer of aluminum oxide Al_2O_3 on the surface of cast iron alloyed with Al to protect the castings from further oxidation. It was found that the oxidation resistance of cast iron dramatically increases when alloyed with aluminum contents over about 7%. Unfortunately the structure of those irons are completely white due to the formation of very strong primary mixed carbides of iron at aluminum $\text{Fe}_{3.44}\text{AlC}_{0.6}$ which are very stable even after prolonged heat treatment cycles. The rather high hardness and brittleness together with very bad machinability hindered the industrial application of those alloys.

A research program was designed at CMRDI in the early eighties to study the solidification process of cast-iron alloyed with 9.0% Al. Better understanding of the solidification sequence of the alloy and the nature of phases formed during solidification could lead to much better control on the properties of the alloy. Extensive use of differential thermal analysis (DTA) and derivative differential thermal analysis (DDTA) together with repeated quenching from different temperatures during the solidification process was used to study the solidification behavior of the alloy.

It was found that the formation of rather coarse primary complicated iron aluminum carbides could be completely suppressed (Fig. 1) by either:

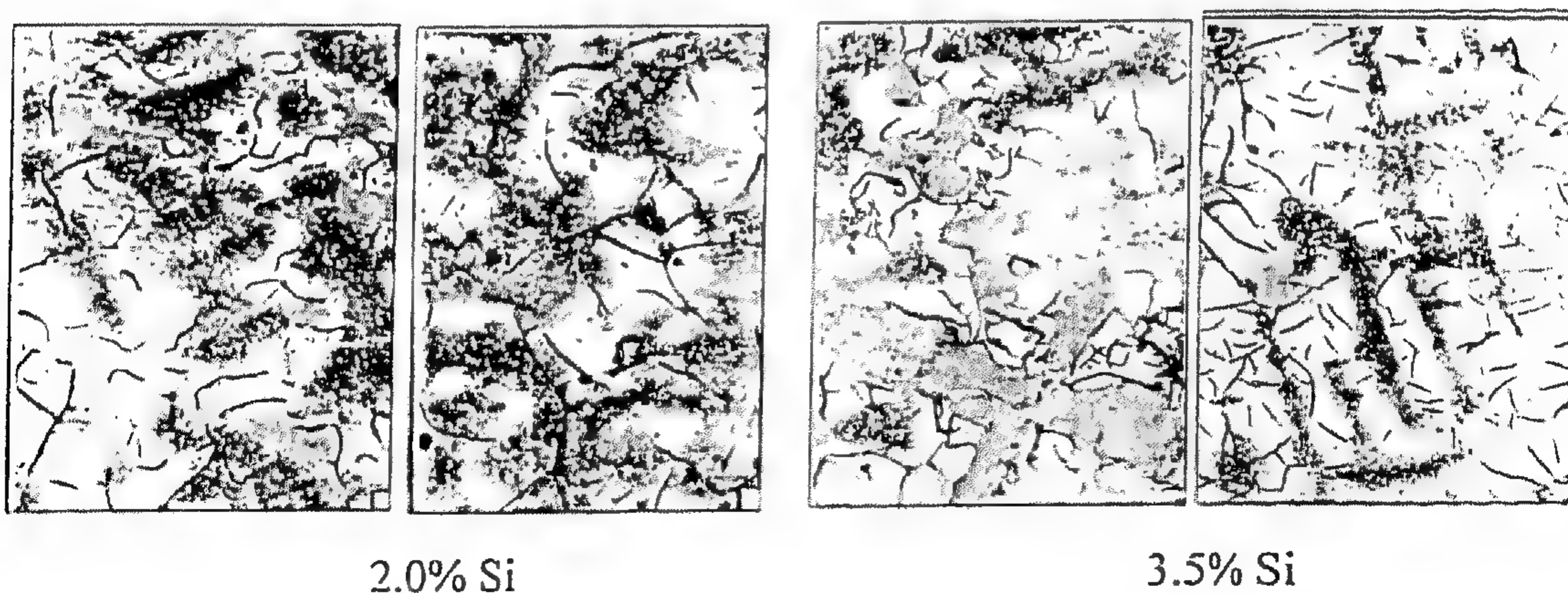


Fig. 1: 1% Cu alloying + CaSi inoculation.

- i) Alloying with 1% copper and inoculation with CaSi inoculation.
- ii) Increasing the Si-content of the alloy to 3.5%.

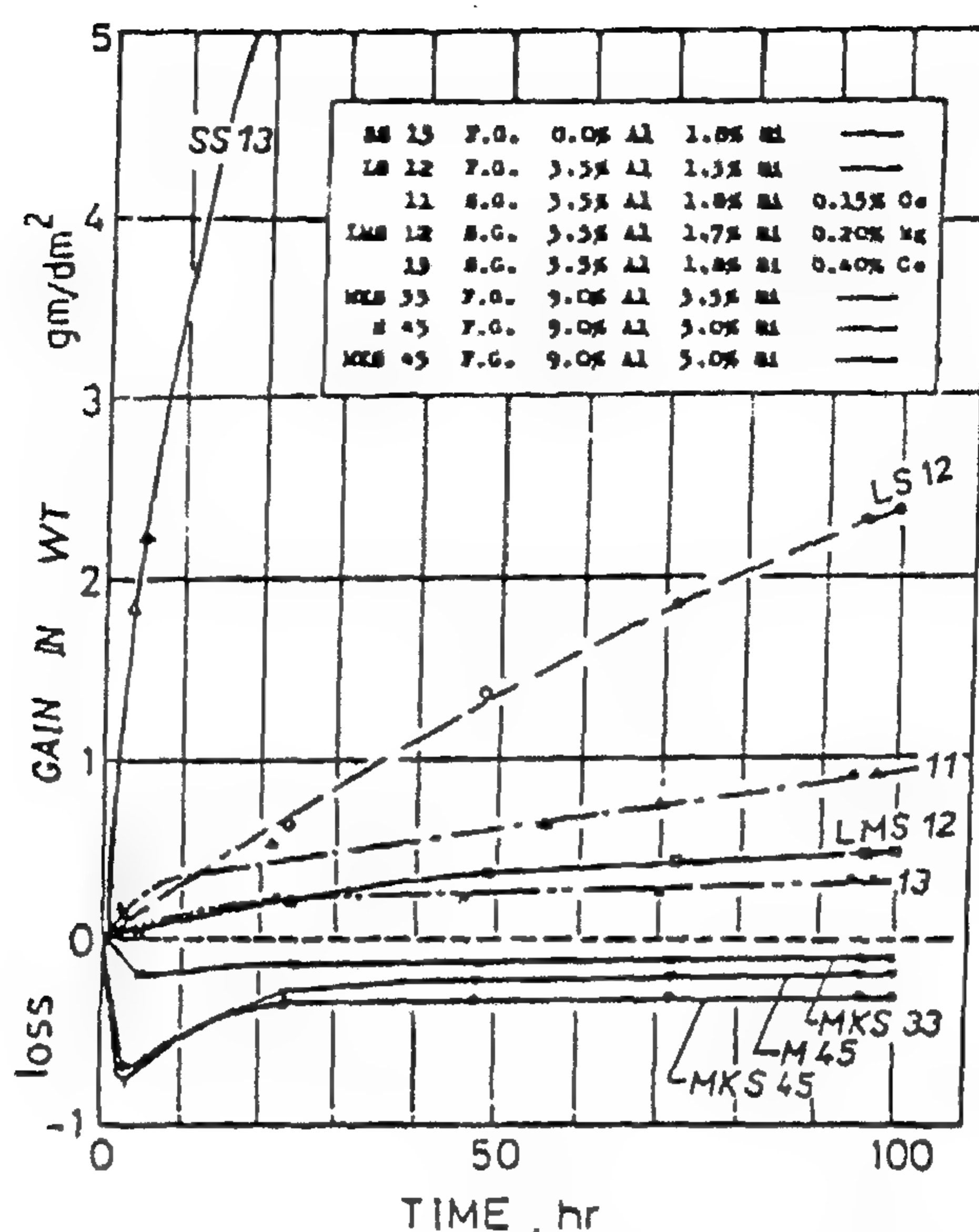


Fig. 2. Effect of Al-content and graphite morphology
On oxidation kinetics of cast iron.

Prevention of the primary carbide formation resulted in considerable decrease of hardness and machinability improvement. Furthermore, the resulting alloy has superior resistance for oxidation and scale formation when tested at 1000°C (for up to 100 hrs.). Fig. 2.

b. Compacted/Vermicular Graphite Cast Iron with Superior Thermal Fatigue Properties

Ductile cast iron with spheroidal graphite has found a wide range of application due to its strength and ductility properties, whereas its thermal conductivity properties is much inferior to that of the conventional grey iron with flaky graphite. The flake graphite irons acquire high thermal conductivity due mainly to the interconnected nature of graphite flakes in the microstructure of iron, whereas the sharp tips of the graphite flakes act as stress concentration sites within the structure leading to inferior strength and ductility properties.

There has been a substantial amount of interest over the past two decades in the manufacturing feasibility and engineering potential of compacted/vermicular (C/V) graphite cast irons, largely due to their unique combination of physical and mechanical properties. C/V graphite iron represents a transition form from the standpoint of compactness between flake and spheroidal graphite irons (Fig. 3). The strength and ductility of the C/V graphite irons are close to those of ductile iron, while the thermal conductivity and machinability are close to those of flake-graphite irons.

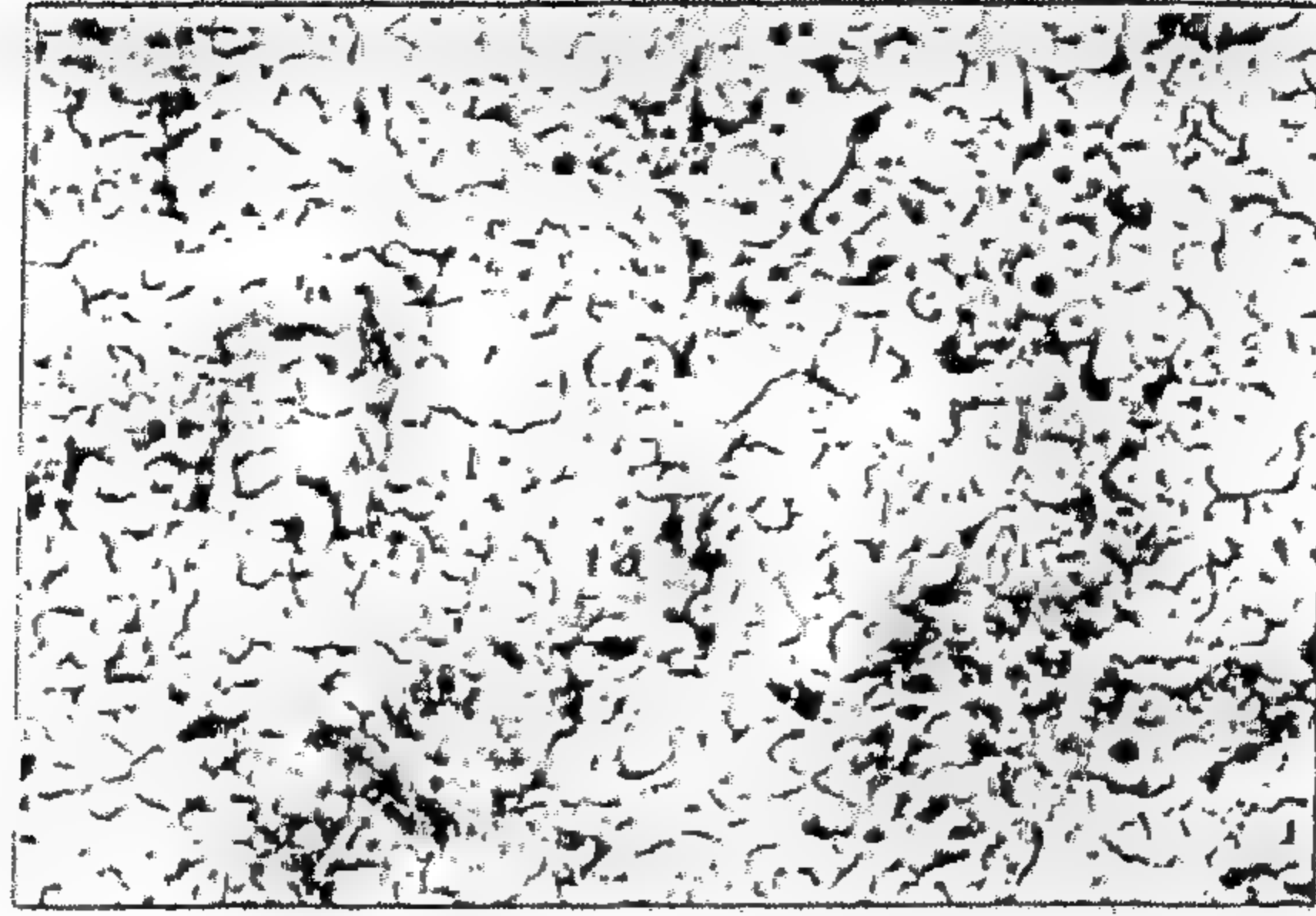


Fig. 3. CVG irons.

As a result, the thermal fatigue properties, which are functions of strength, ductility as well as thermal conductivity are higher for C/V graphite iron than for both ductile and flake-graphite irons. This new member of cast iron family, has therefore found extensive applications where thermal shock resistance is required as in the case of exhaust manifolds, ingot moulds, ... etc.

In the late eighties, a research program has been conducted at CMRDI aiming at developing new production techniques of C/V graphite irons and better understanding of formation mechanism of this novel form of graphite in cast iron. Two different techniques have been investigated:

- i) Simultaneous addition of strong spheroidizing element such as magnesium together with strong antispheroidizing element such as titanium
- ii) Addition of moderate spheroidizers such as cerium and calcium to cast iron containing high contents of sulfur (0.1%).

It was of much interest to find that the nucleation and growth mechanism of C/V graphite largely depend on the additions used to produce this form of graphite as follows:

- i) When C/V graphite was produced by simultaneous additions of magnesium and titanium, it was found that this transition form of graphite grows by the development of surface instabilities on graphite flakes.
 - CVG formation are flaky, developing in the a-direction. The flat-like parts curves, curl and twist during growth some of their edges may gradually change into the (0001) plane and spiral branches grow in the c-axis (Fig. 4).
 - As the growth in c-direction advances, the modifying elements concentrate on the basal plan and enhance the formation of spiral branches.
 - At large kinetic undercoolings, characteristic of thin sections, impurity - dependent crystal growth mechanisms are dominated by defect-controlled spiral growth mechanisms. As a result of the enhancement of spiral growth as opposed to prism flake growth at large undercoolings, the degree of nodularity of C/VG will increase as the cooling rate increase, thereby developing section sensitivity noticed for this type of cast iron.

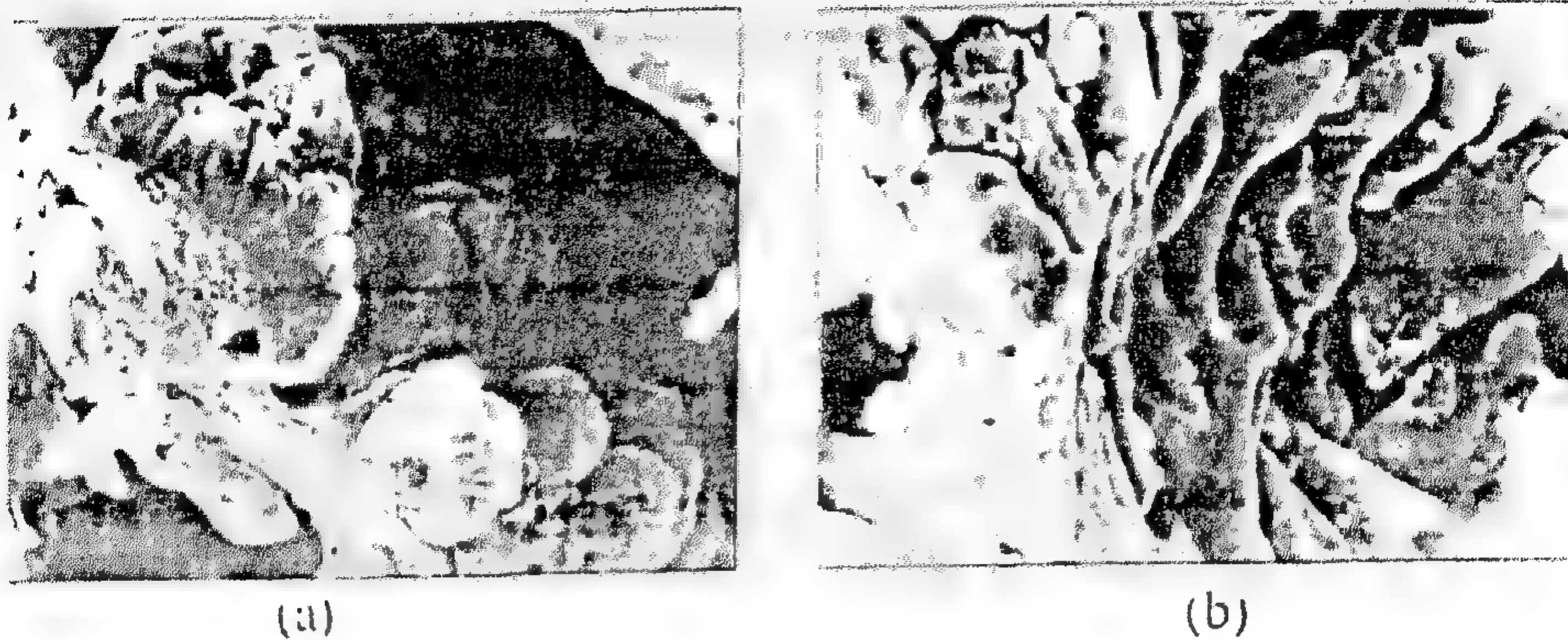


Fig. 4. Growth mechanism of CVG.

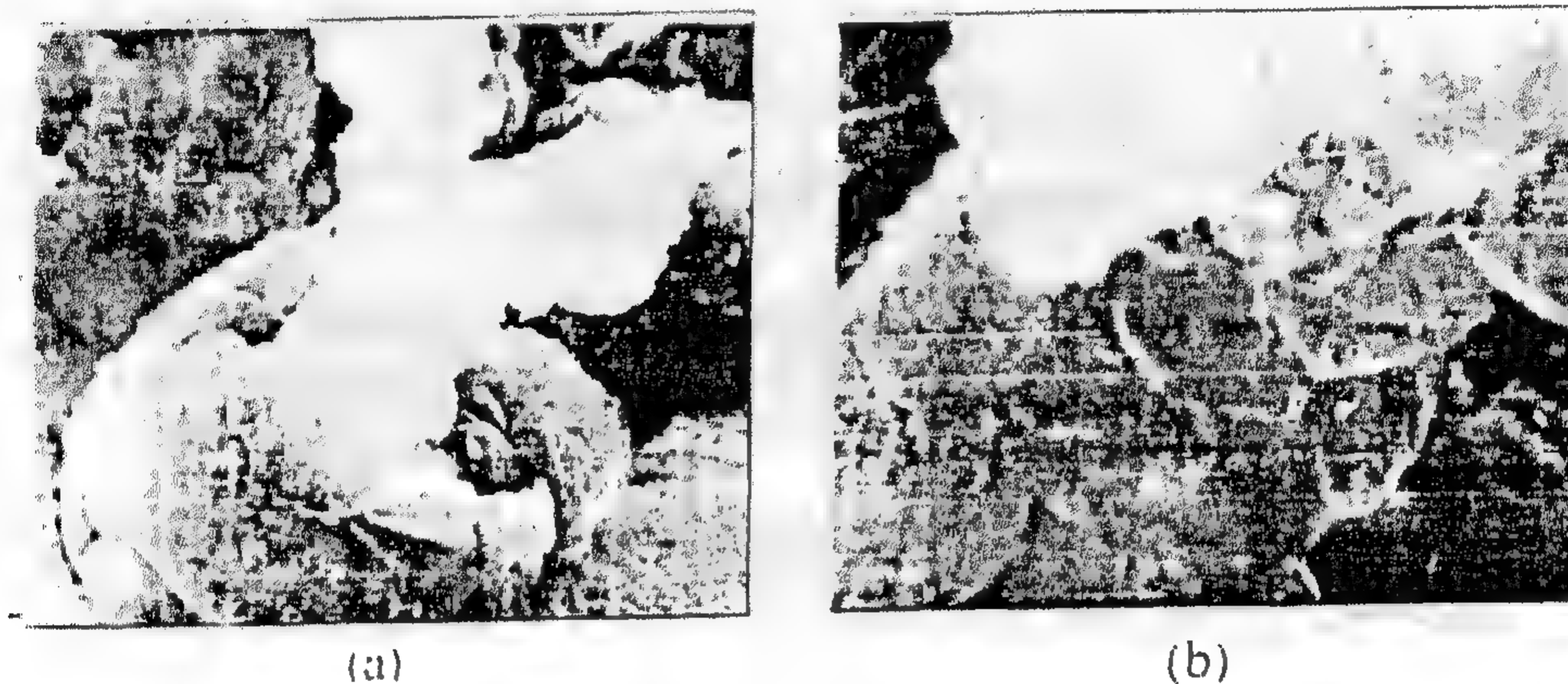


Fig. 5. Degeneration of graphite spheroids.

- ii) When C/V graphite was produced by additions of cerium and calcium to high-sulphur irons, the C/V graphite was formed as a result of degeneration of graphite spheroids.
- Graphite spheroids nucleate on (Ca,Ce) S substrate
 - CVG forms due to degeneration of graphite spheroids in the latter stages of growth (Fig. 5-a).
 - Formation of liquid channels in austenite shell around SG particles will maintain contact of the growing graphite with the melt.
 - Further growth will take place by carbon atoms adjoining the hexagonal crystal structure only along the a-axis with macro- or apparent growth along the c-axis developed mainly due to spiral growth perpendicular to the basal plane of graphite (Fig. 5-b).

c. Austempered Ductile Iron (ADI) with Outstanding Mechanical Properties

Interest in austempered bainitic ductile irons (ADI) has increased dramatically in the past two decades as more and more successful applications are being reported. Wide range of outstanding mechanical properties can be achieved by austempering ductile iron. The reasonable combination of properties attainable in ADI has caused this material to emerge as a new class of ductile iron. The commercial use of this new material is increasing continuously now that standards such as ASTM standard A897M:1990 have been established.

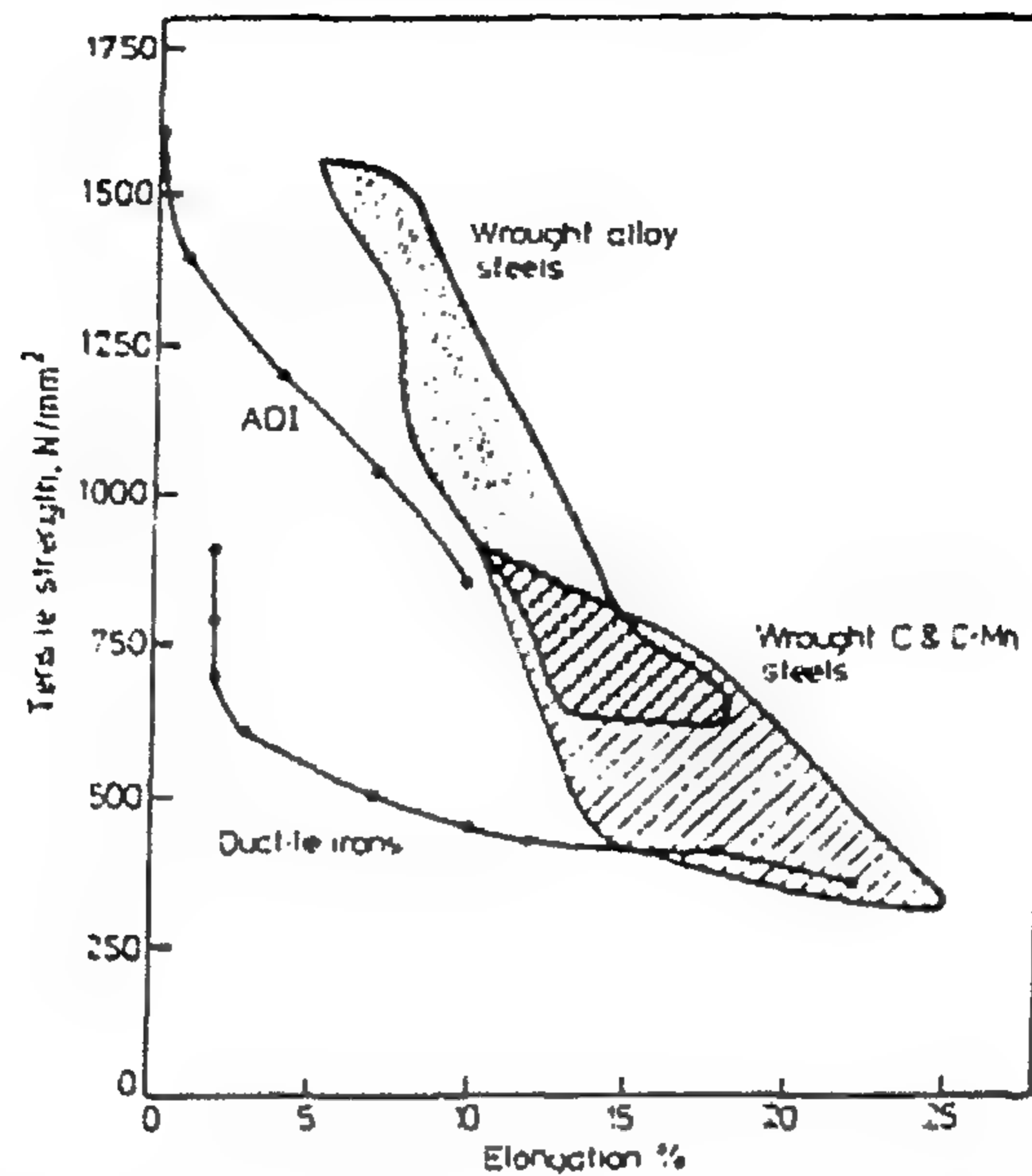
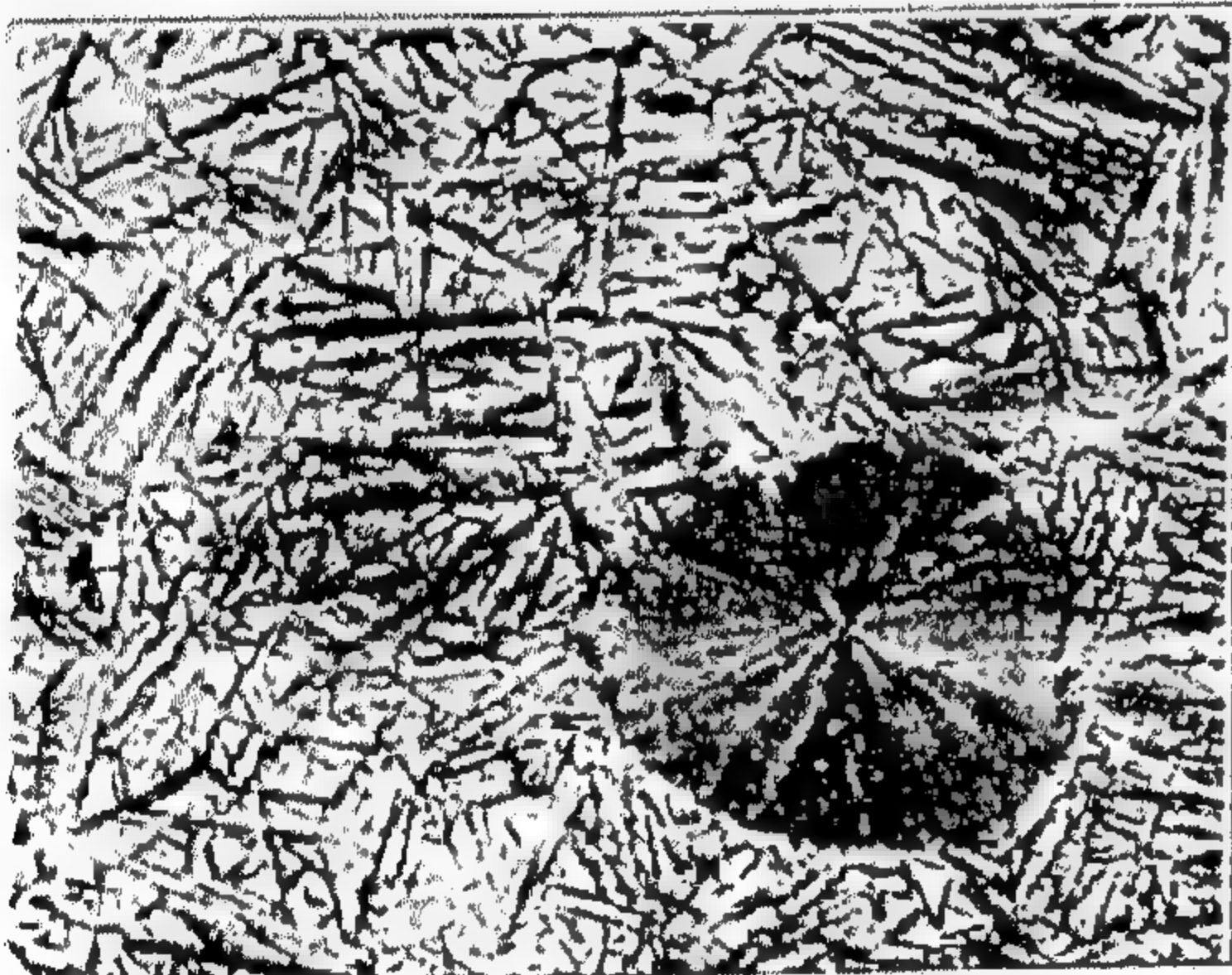
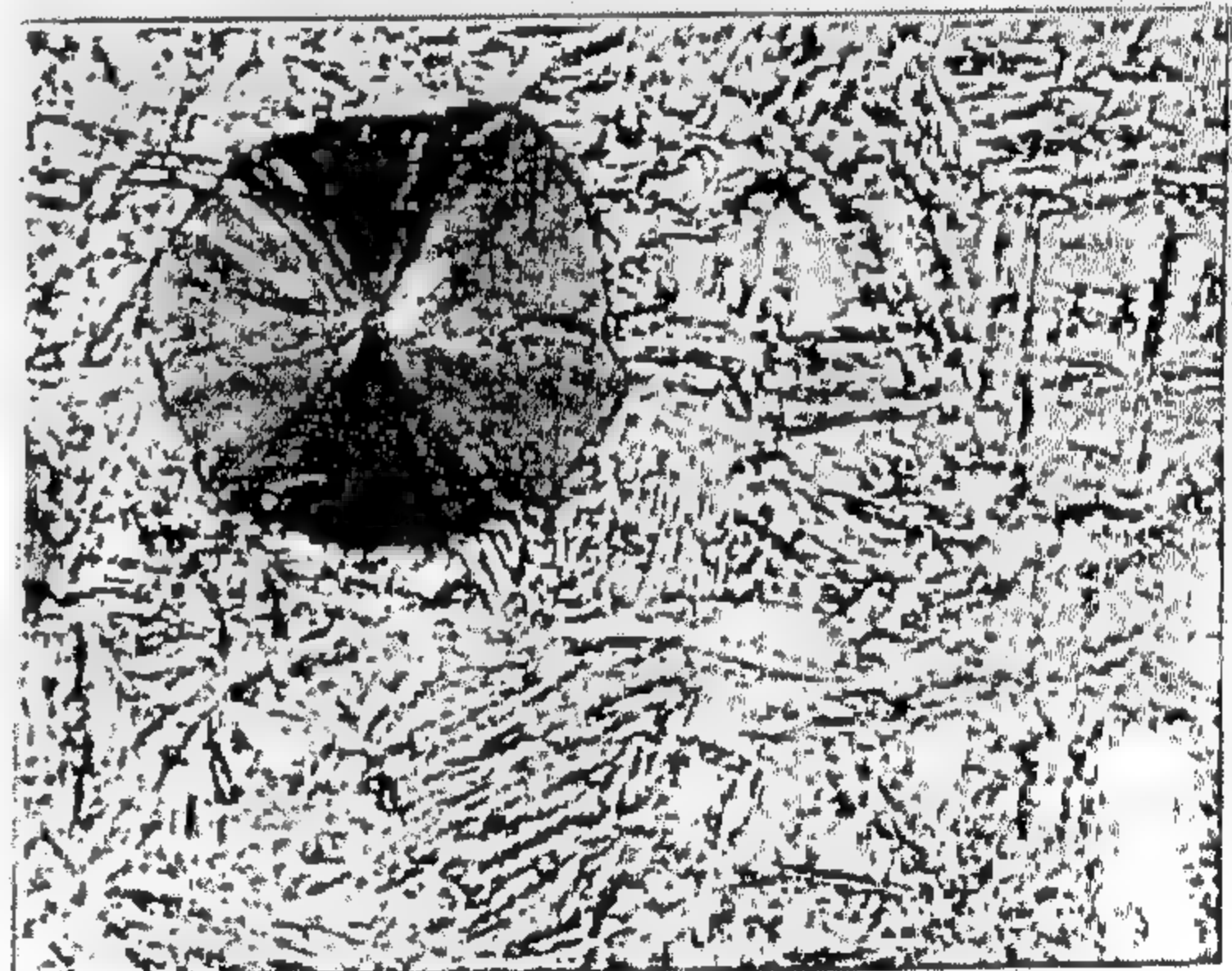


Fig. 6. Comparison of the minimum tensile properties of wrought steel (JIS970:1983), ductile forms (BS2789:985) and ADI (ASTM A897M-90).



(a) lower bainite.



(b) upper bainite.

Fig. 7. Austempered ductile iron (ADI).

ADI can be twice as strong as the standard ductile iron grades at the same level of toughness as illustrated in Fig. (6). In addition, they respond to work hardening treatments at the surface and can exhibit excellent fatigue and wear resistance. Specific applications to date include automotive gears and crankshafts as well as agricultural components.

Austempering treatment

The austempering process can be divided into two stages:

In the first stage austenite decomposes to bainitic ferrite and carbon-enriched austenite (upper bainite with high ductile grade) if the austempering treatment takes place at temperatures for 350-430°C. The same stage can lead to the formation of the stronger but lower in ductility structure of bainitic-ferrite-carbide and high C-austenite if austempering is conducted at lower temperatures in the range of 220-330°C (lower bainite), Fig. 7.

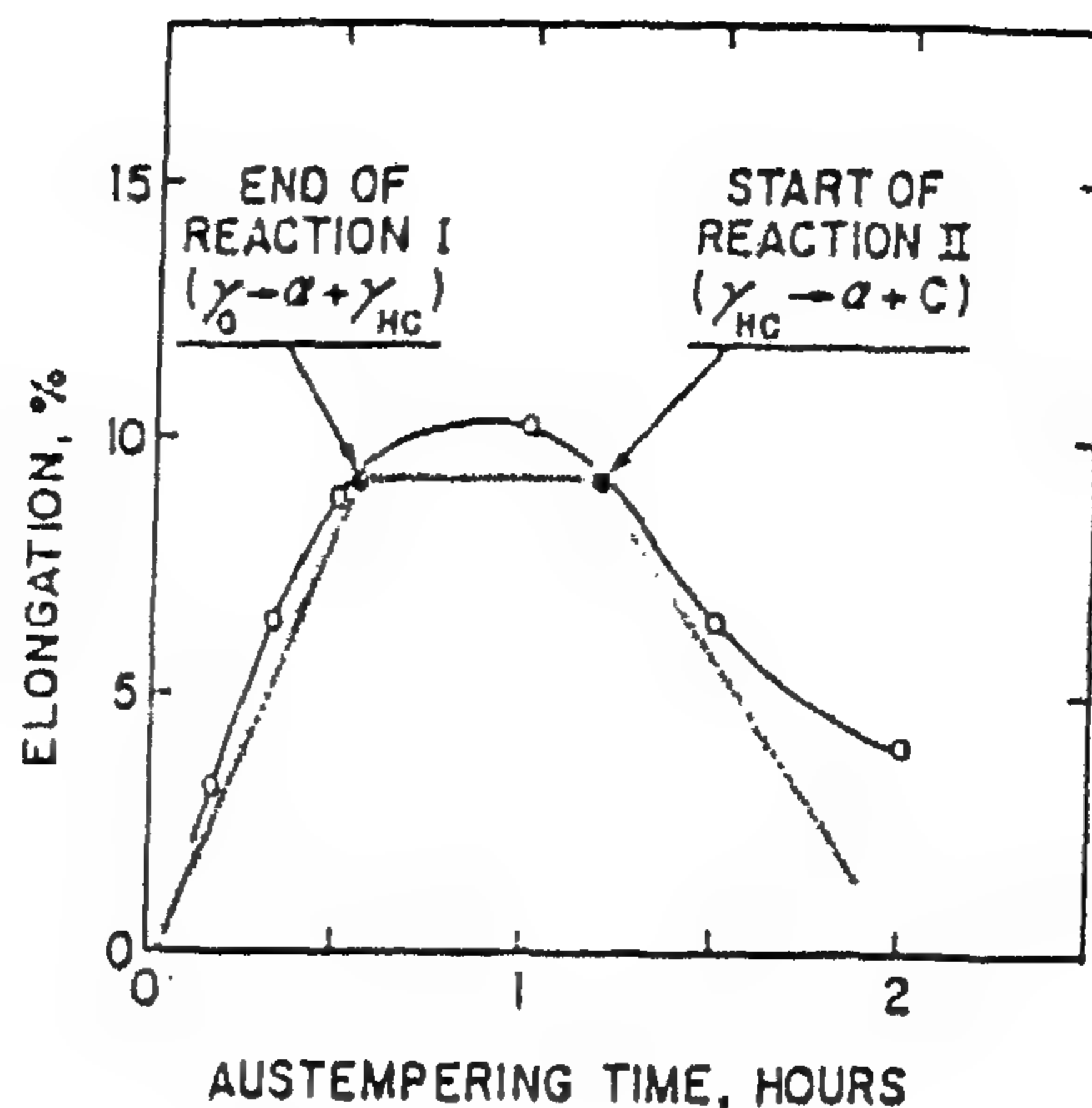


Fig. 8. Idealized characterization of the influence of the two bainite reactions on toughness during austempering. Original austenite (γ_0), bainitic ferrite (α), high-carbon austenite (γ_{HC}), carbide C.

The amount of high carbon retained austenite increases with increasing austempering time in stage I reaching a plateau corresponding to the end of the stage I. Further holding at the austempering temperature leads to the precipitation of the more stable carbide structure for the C-enriched austenite which results in the deterioration of toughness properties.

The high toughness attributed to these irons stems from the unique bainitic ferrite-austenite structure produced by the first stage reaction, while the second reaction is undesirable because it produces embrittlement.

Holding time at austempering temperature can be quite critical. The early quenching in air or water can lead to martensite formation due to incomplete stabilization of the remaining austenite through carbon enrichment with considerable loss of ductility. On the other hand, too long holding time can result in the onset of reaction II and the austenite decomposition together with the carbide precipitation will lead to reduction in ductility and toughness.

Processing of the two-austempering reactions can be followed by the change of mechanical properties vs. austempering time. In Fig. (8), point A refers to the completion of the first reaction whereas point B indicates the onset of the second reaction. Time interval between A and B which is referred to as the "Process Window" represents the allowable austempering time for processing to obtain the optimum mechanical properties.

Over the past two years, extensive investigation on the processing of ADI has been conducted at the foundry department of CMRDI. The most important features of the obtained results can be summarized in the following:

1. Process windows could be increased through low alloying with Ni, Cu and Mo.
2. Austempering treatment could be accelerated and toughness increased through casting the ductile iron in a permanent mould (gravity die casting).
3. Mechanical deformation step (ausforming) prior to stage I transformation could provide a mechanical driving force in the form of strain defects, in addition to the chemical thermodynamic driving force in order to accelerate the rate of stage I of austempering.
4. The effect of graphite morphology on the process window and properties of austempered irons is being studied, through investigation of austempered flake-, spheroidal- and compacted/vermicular graphite irons.

d. Improved Ni-hard Alloy with Spheroidal Graphite

Ni-hard alloys is a family of cast iron alloyed with nickel and chromium characterized with excellent abrasion resistance properties and recommended for parts used in crushing and grinding purposes. The Ni and Cr contents of the conventional Ni-hards types I and II are shown in Table (1) and governed by the following equation:

$$\%C + \frac{\%Ni}{28} + \frac{\%Cr}{24} + \frac{\%Si}{4} = 4.2 - 5.0$$

Table 1.

Chemical Composition	Type I	Type II	Type III	Type IV
Total C	3.0/3.6	2.9 max	2.9-3.7	2.5/3.6
Si	0.8 max	0.8 max	0.8 max	1.0/2.2
Mn	1.3 max	1.3 max	1.3 max	1.3 max
Ni	3.3-5.0	3.3-5.0	2.7-4.0	5.0-7.0
Cr	1.4-4.0	1.4-4.0	1.1-1.5	7.0-11.0

Ni- is added primarily to provide the necessary combination of toughness, strength and hardenability.

Cr- contribute mainly to the alloy's hardness and corrosion-erosion resistance.

Ni-hard alloys type I and II usually lack reasonable levels of toughness which restricts the scope of their application, this is mainly due to the formation of a continuous brittle network of iron chromium carbides. Fig. (9-a) shows the usual structure of such alloys with austenite dendrites and interdendritic mixture of austenite and continuous carbide. The increased Cr and Ni-contents of the recently developed type IV Ni-hard alloy is characterized with increased toughness due to the breakdown of the carbide into discontinuous Cr_7C_3 type shown in (Fig. 9-b). Retained austenite in these alloys may be partially transformed to martensite depending on chemical composition.



Fig. 9. As-cast structure of Ni-hard IV.

The presence of such high contents of Cr, a very strong carbide stabilizer element excluded any possibility of graphite formation in Ni-hard alloys, and the completely white structure is responsible for the rather low machinability of these alloys.

In a special research program carried out at CMRDI, spheroidal graphite formation was possible in the structure of Ni-hard type IV through Mg-treatment and powerful late inoculation with special appropriate inoculant (Fig. 10). Benefits resulted from the formation of spheroidal graphite in this case could be summarized in the following:

- Increased resistance to fire-cracking by increasing thermal conductivity which alleviates thermal stresses
- Improved machinability

The SG Ni-hard type IV is now firmly established alloy for casting of the outer shell of double poured rolls used in the last stands of hot strip mills. Precipitation of SG permits the developed Ni-hard to be used in the earlier stands where toughness is of higher concern. Moreover, the existence of SG in the structure contributes to the improved rolling lubrication and roll bite.

e. Continuous Casting and Rolling of Ductile Cast Iron

As its name implies, the only technique adopted for centuries for cast iron processing and shaping was melting and casting in conventional sand moulds. The invention of ductile cast iron opened new horizons for using processing techniques used for steel, i.e., continuous casting and rolling to be adopted for ductile irons.

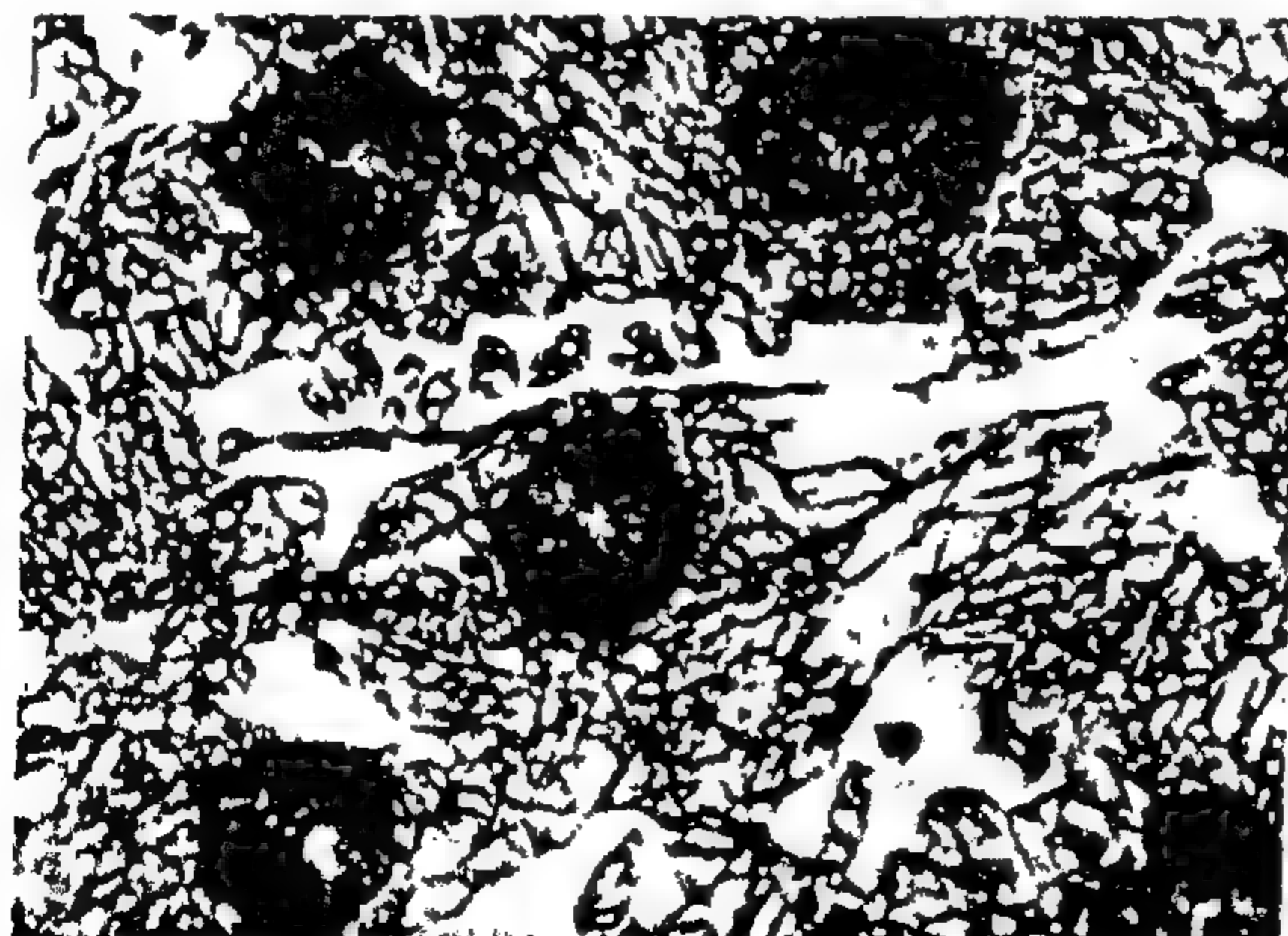
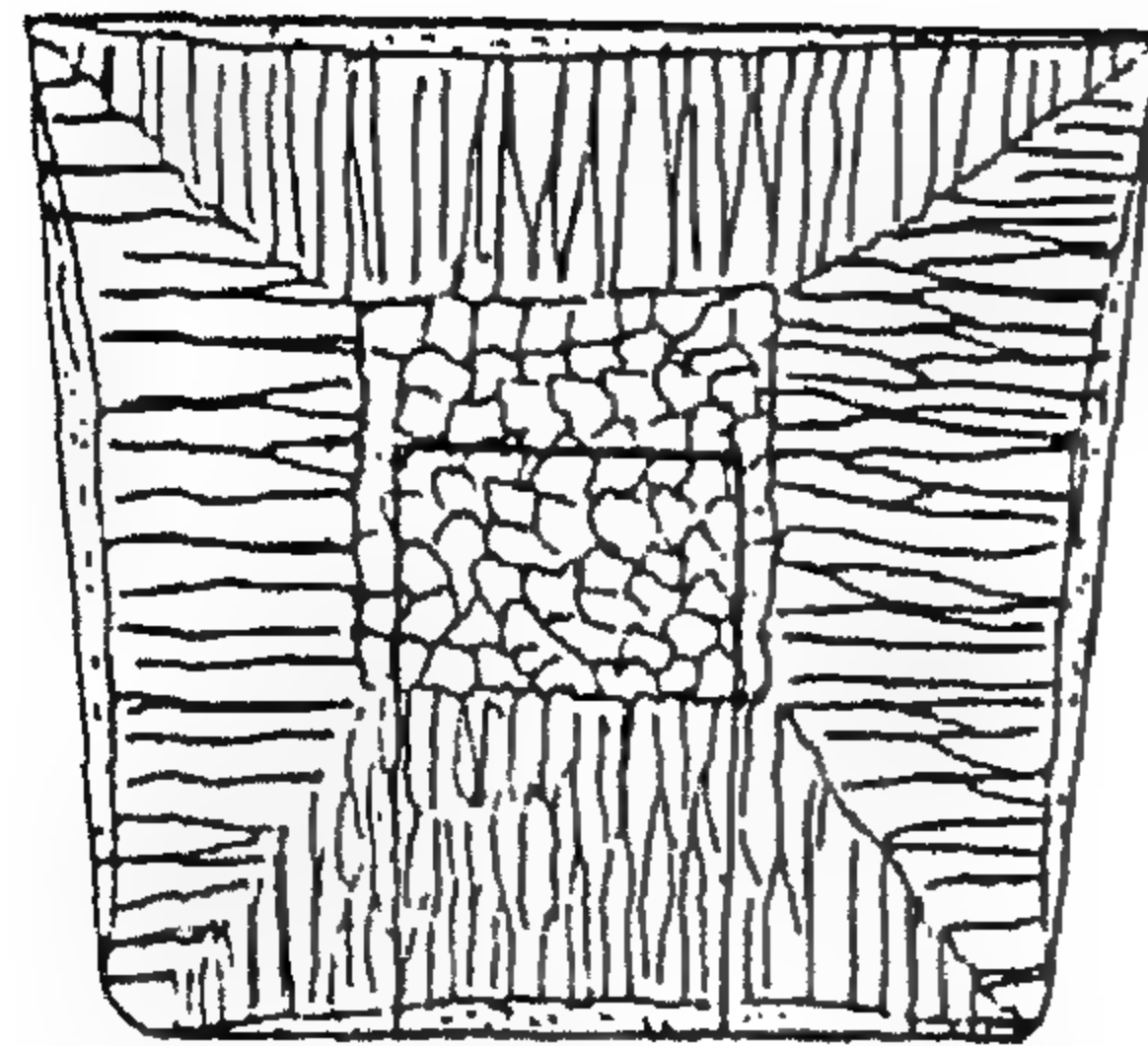
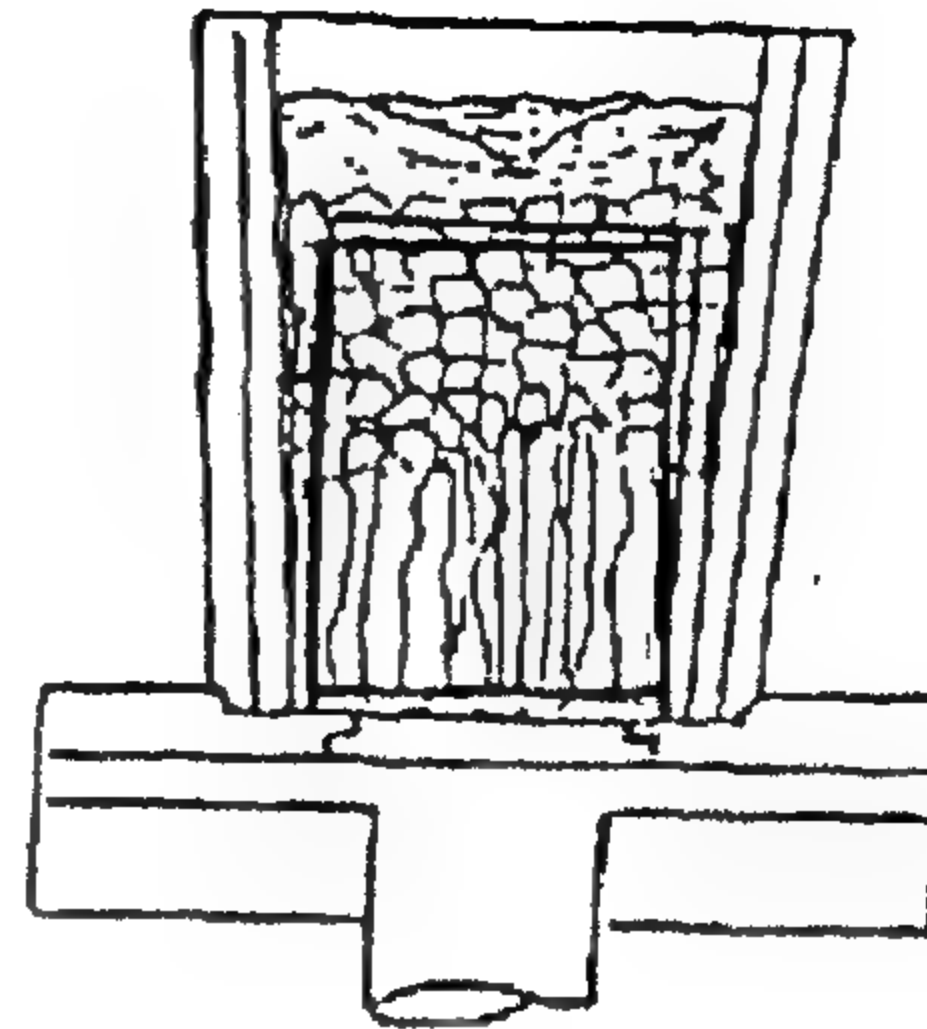


Fig. 10



A) continuous casting
columnar growth starts at
the mould/billet interface



B) simulation model
columnar growth starts at
the ingot copper chill

Fig. 11

Over the past few years, CMRDI has conducted intensive research programs to study special characteristics and behavior of ductile iron during continuous casting and rolling operations.

e.i. Continuous casting

The simulation technique shown in Fig. (11) was used to study the metallurgical properties of ductile iron solidified under intensive cooling of continuous casting using a simulator model. This model allowed to:

- Measure the heat transfer between the mould and the cast iron ingot, temperature gradient and solidification rate.
- Apply primary and secondary cooling conditions similar to those found in continuous casters (Fig. 12).
- Change the cooling intensity and spray water pressure and medium (water or air).

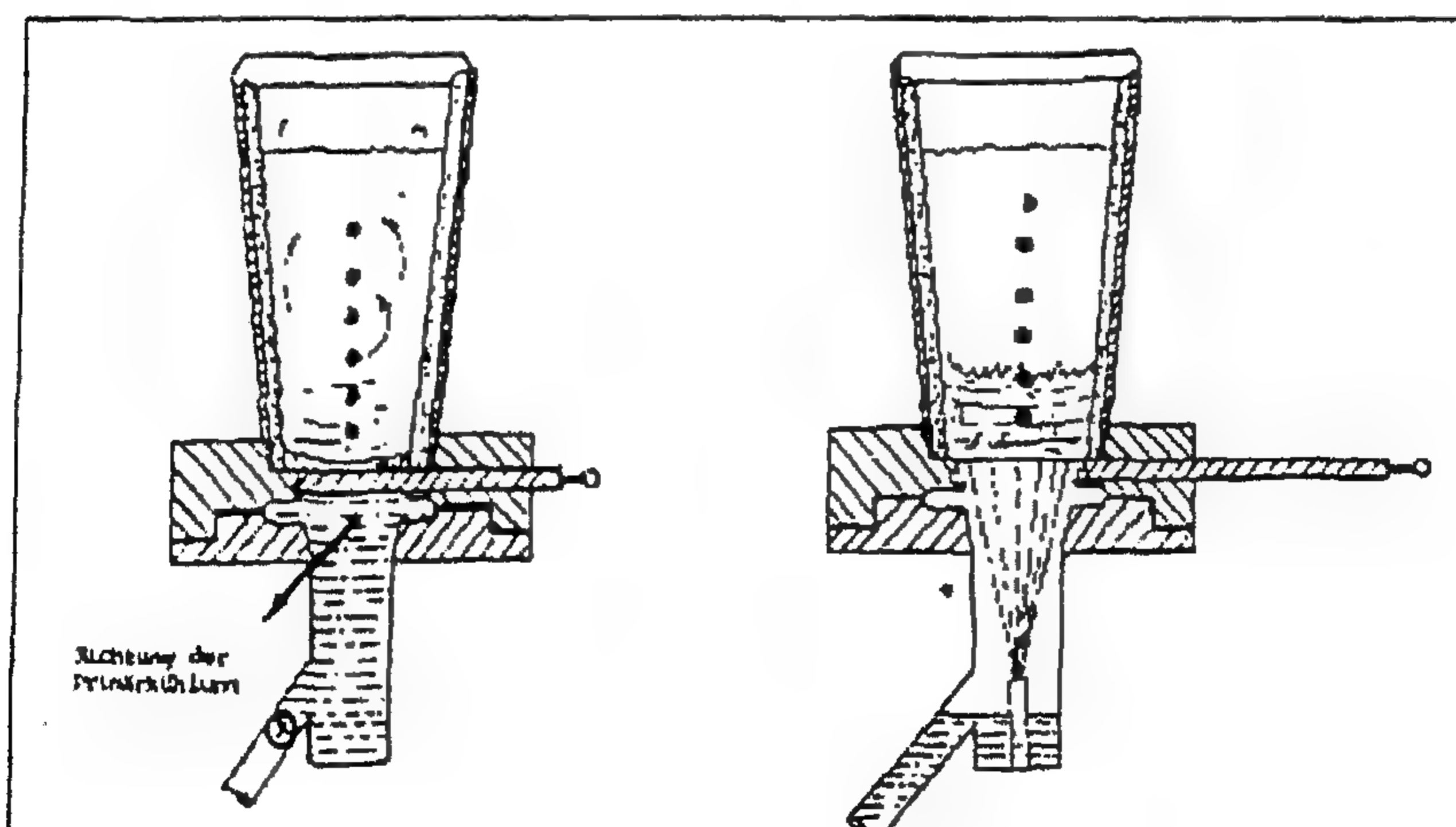


Fig. 12. CMRDI continuous casting simulator.

The main results obtained so far can be summarized in the following:

- Nodule count and graphite nodularity decrease with lowering cooling rate and increasing dwell time.
- Good nodularity was obtained even at the minimum solidification rate studied, e.g. 0.2 mm/sec.
- Microstructure of shell zone is affected by the cooling rate and manganese-content massive carbides and ledeburite are obtained with 0.1% Mn, whereas fine martensite and retained austenite form at 0.6% Mn.
- Pearlite-content increases with lowering cooling rate along the ingot-axis and by increasing Mn-content.
- Work is still in progress to study further characteristics of the process.

e.ii. Hot-rolling of ductile iron

Hot rolling was found to transform cast structures of ductile iron and thereby improve its strength properties. Simple shaped iron castings could be, therefore, replaced by hot-rolled and machined ductile iron parts. Hot-rolled ductile iron, when treated by suitable techniques could replace selected steel components, e.g., gears, bearings and other machine parts, with attractive savings in energy and manufacturing costs.

The primary results of the research work being currently conducted at CMRDI indicated the following:

- Ductile iron could be rolled at 1050°C at high reduction ratio per pass (averaged 36%) up to total reduction of 75% without serious cracking.
- Reducing the reduction per pass to about 10%, a total reduction of up to 90% could be reached without serious cracking problems.
- In ductile iron alloyed with up to 0.5% Mo, it was found that transformation of austenite into acicular structure takes place during air cooling of the rolled sheets of ductile iron. The formation of acicular structure in those iron was attributed to:
 - increase of austenite stability with Mo-additions.
 - additional energy supplied by heavy deformation which increases the driving forces for nucleation and growth of acicular structures

f. Improved Section Sensitivity Through Ultrasonic Treatment of Solidifying Ductile Iron Melts

Ductile iron castings of different section thickness will suffer from nonuniformity of the microstructure and properties, which is referred to as "section sensitivity". Increased possibilities of carbide formation in thinner section imply serious machining problems of these sections.

In an early research program developed at CMRDI foundry department, ultrasonic vibrations introduced to the solidifying molten ductile iron could lead to the following results:

1. Considerable refinement of graphite spheroids and significant increase in the nodule count. This was attributed to the fragmentation of graphite spheroids forming in the liquid metal during solidification. Fragmentation may be caused by enormous cavitation pressures arising at the graphite/molten iron interface.
2. Graphite multiplication induced powerful inoculation effect and even the thinnest sections were completely free of carbides.

Conclusion

Conventional Cast Irons		New Developments	
1	Low strength (max 25 kg/mm ²) and ductility (0.5% elongation)	Development of SG Iron	High strength (up to 80 kg/mm ²) and ductility (up to 20%).
		Development of ADI	Superior combination of strength (up to 130 kg/mm ²), toughness and abrasion resistance
2	Low thermal fatigue-thermal shock resistance	Development of CVG irons	Excellent thermal shock resistance with good strength and ductility properties
3	Low oxidation resistance at high temperature	Alloying with Al	Superior oxidation and growth resistance up to 100°C.
4	Low toughness, machinability and fire crack resistance of alloyed white irons	Development of SG Ni-hard alloy	Improved machinability and fire crack resistance
5	Could be produced solely by conventional sand casting	<ul style="list-style-type: none"> - Continuous casting of SG iron - Rolled sheet of Sg and ADI - Rapidly solidification SG iron ribbons - Gravity die casting of SG and ADI 	An alloy that could be formed by a wide variety of techniques
6	Section sensitivity and chilling tendency of thin section	Ultrasonic treatment of solidifying melts	Complete removal of chilling and elimination of sensitivity.



جمعية المهندسين الميكانيكيين
المصرية

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مدمجة

2/6

النمذجة الطبيعية كوسيلة تصميم في الهندسة الميكانيكية

استاذ دكتور/ سيد متولي

COMPUTERIZED PHYSICAL MODELING AS A DESIGN TOOL IN MECHANICAL ENGINEERING

*S. Metwalli¹, M. Shalaby¹, A. Nassef¹, H. Hegazi¹, A. Ashraf¹,
O. Abdel-Wehab² and Y. Moussa²*

¹Professor of Machine Design, e-mail: pantech@ritsec1.com.eg, M. Sc. Candidate, e-mail: mmshalab@alpha1-eng.cairo.eun.eg, Assistant Professor, e-mail: aosama@alpha1-eng.cairo.eun.eg, Ph.D. Candidate, e-mail: hahegazi@alpha1-eng.cairo.eun.eg, M. Sc. Candidate, e-mail: aymana@alpha1-eng.cairo.eun.eg
Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt.
²NASR Castings Company, Egypt

Abstract

The excessive delay of supply of maintenance parts in the Egyptian Industry, prompt the use of modern hybrid technology of reverse engineering methods in capturing the geometrical configuration and fabrication of these parts. Reverse engineering can transform real existing parts into engineering geometric models for the redesign process of parts. Creating geometric models of existing objects for which no such models are available is also invaluable as a design and development tool. This paper presents an approach for reverse engineering of standard shapes, free form curves and surfaces and their intersections. Real parts are captured using 3D-laser digitizer. The pseudo inverse least square approach was used for fitting the captured data to get their geometric models. The new geometric model is exported to CAD/CAM software for implementing any design changes and for getting CNC codes for production. This paper demonstrates the use of the hybrid technology of reverse engineering in the fabrication of mechanical components. The success of the experiment initiated an application to patterns making in support of the casting industry. The presentation will demonstrate the potential of these combined technologies in other fields of engineering, biomedical and monumental applications.

Introduction

Although reverse engineering covers a lot of activities, yet in this paper we are concerned with the reverse engineering of shapes to construct a computer model by capturing physical models and using these as a design tool in mechanical engineering. The creation of computer models for existing products can be helpful in the analysis and modifications to construct new improved designs of these products. In addition, it can be used to generate custom fits for human surfaces, for producing helmets, space suits or prostheses.

Reverse engineering procedure can have the following phases: *data capture, preprocessing, segmentation and surface fitting and finally CAD model creation*. These phases are often overlapping and several iterations are required in each phase.

There are many different methods for capturing data. Each method uses some mechanism for the interaction with the surface to be captured. For example, there are non-contact methods and tactile methods. 3D laser digitizers and coordinate measuring machines "CMMs" are common examples for data capturing machines. CMMs captures points with high accuracy (order of 10-20 μm), on the other hand; they are time consuming and collect only low number of points. 3D laser digitizers capture a huge amount of points in a short period of time but with lower accuracy (order of 20-200 μm). The later machine was used in our case.

The next step is to fit a model to the captured data with the minimum error. The total error E is defined by:

$$E = \left(\frac{\sum_{i=1}^N |e_i|^p}{N} \right)^{\frac{1}{p}}$$

where our objective is to find the minimum of E . N is the number of points. Using $p=1$ gives an averaging function. When $p=2$, one has a least squares function. When $p=\infty$, one gets the minimum deviation zone function, where $E = \max_{i=1:N}(|e_i|)$. In our case we used the least squares function to minimize the fitting error.

3D Laser Digitizing

This is a unique, state of the art laser and video-based technology, which scans an object at exceptionally high resolution and digitizes it in a matter of seconds. An astounding 15,000 points per second can be "captured" by the laser scanner, which records color, as well as shape. Typical minimum resolution on the standard resolution scanner is approximately 0.5mm; on the high-resolution scanner it is approximately 0.1 mm.

It is possible, just moments later, to view the object on a graphics workstation as a detailed, full-color, three-dimensional model. Its every characteristic can be analyzed automatically and quickly modified, trying a dozen what-if scenarios. You can make it larger, smaller, stretch it, flesh it out, or alter it in other ways.

The advantages of rapid, high resolution, color 3D digitizing are many, but three of the most important advantages - **time-savings**, **cost-savings**, and **accuracy** -- allow the exploration of design possibilities that would otherwise go untried.

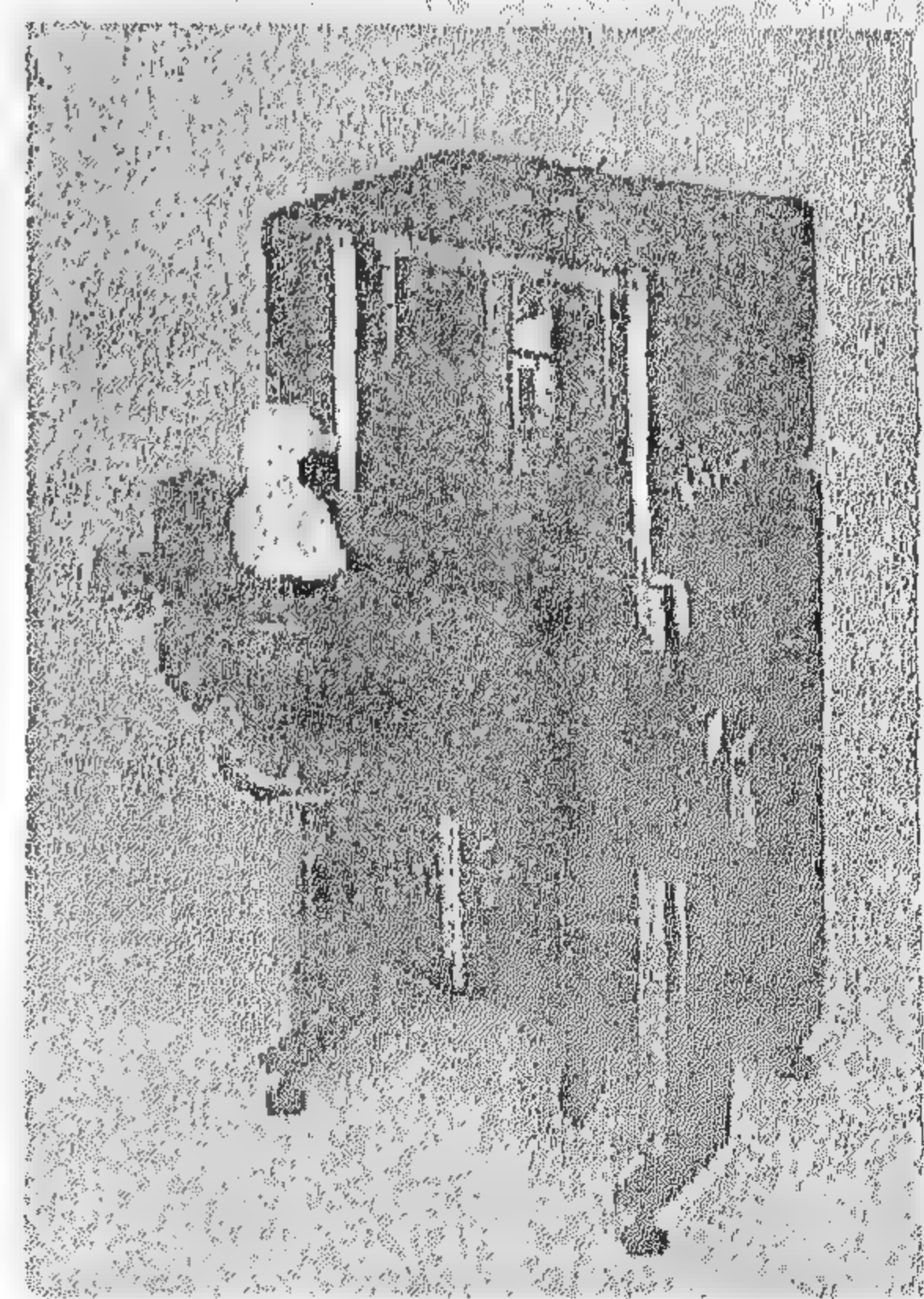


Figure (1) A 3D Laser Digitizer

Compare this to hand-held or digital-type probes, which can not capture color, and usually only digitize as many points as the number of times one cares to touch the probe to the object. These can be useful, however, for simpler shapes, for objects without any surface texture, or for objects that lack fine details.

This exciting new technology can be combined with computer numerical controlled (CNC) milling, which is called CNC-Sculpting™. By transferring the scanned data to one of our CNC-Sculpting™ machines, the original object can precisely be duplicated, or some modified version of it, in almost any machinable material and to virtually any scale. This capability has proven very useful for mold and model making, as well as for rapid prototyping and sculpting. The design or reverse-engineering of a wide variety of products such as bicycle seats and hockey helmets, toy collectables, doll heads, sunglasses, surgical instruments, mage wheels, clutch housings, prosthetics, and cellular phones.

Theory of fitting

The two most common methods of representing curves and surfaces in geometric modeling are implicit equations and parametric functions. It is easier to use parametric functions for free form bounded curves and surfaces. The most common parametric functions used are Bezier, Rational Bezier, B-splines and NURBS. For standard shapes such as planes, cylinders, cones or spheres...etc., it is easier to use the implicit form for representing such shapes.

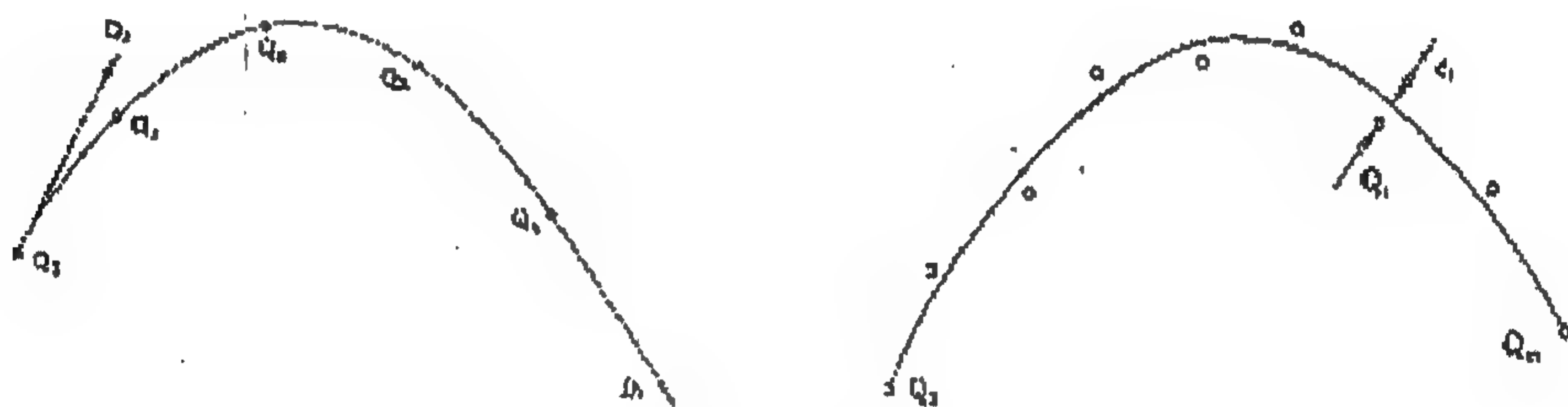


Figure (2) Interpolation verses approximation

Figure (2) shows the difference between interpolation and approximation. In interpolation the constructed curve or surface satisfies the given points precisely. In approximation, the constructed curve or surface approximately satisfies the given data. In some applications – such as generation of point data by the use of coordinate measuring devices, 3D laser digitizers, or the computation of surface/surface intersection points by marching methods– a large number of points can be generated, and they can contain measurement or computational noise. In this case it is important for the curve or surface to capture the “shape” of the data, but not to “wiggle” its way through every point. In approximation it is often desirable to specify a maximum bound on the derivation of the curve or surface from the given data, and to specify certain constraints. We used linear least square method to minimize the total error generated due to approximation.

Fitting of standard shapes

Here the least square method was used to get the required equation of the desired shape. All equations were written in the form $AX = B$ where A is the matrix of the scanned points, B is an array containing (-1) and X is the matrix of the unknown coefficients of the equation. Using the least squares method leads to $X = (A^T A)^{-1} A^T B$.

Planes:

A plane surface can be represented by the equation:

$$f(x, y, z) = n_x x + n_y y + n_z z + d = 0 \quad (1)$$

where $\mathbf{n} = [n_x, n_y, n_z]^T$ is the unit normal vector to the plane and d is the distance to the origin. The plane equation can also be written in the form.

$$f(x, y, z) = n_x x + n_y y + n_z z = -1 \quad (2)$$

Using the least squares general form:

$$A = \begin{bmatrix} x_i & y_i & z_i \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} -1 \\ \vdots \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{bmatrix}$$

Solve for the vector X then normalize X and get the value of d .

The cylinder:

A cylinder surface can be represented by this quadratic equation

$$f(x, y, z) = a x^2 + b y^2 + c z^2 + 2hxy + 2gxz + 2fyz + 2ux + 2vy + 2wz + d = 0 \quad (3)$$

This can be written as:

$$X^T A X + 2X^T B + C = 0 \quad (4)$$

where

$$A = \begin{bmatrix} a & h & g \\ h & b & f \\ g & f & c \end{bmatrix}, \quad B = [u, v, w]^T, \quad C = d, \quad X = [x, y, z]^T$$

By using the least squares form

$$A = \begin{bmatrix} x_i^2 & y_i^2 & z_i^2 & 2x_i y_i & 2x_i z_i & 2y_i z_i & 2x_i & 2y_i & 2z_i \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$
$$B = \begin{bmatrix} -1 \\ \vdots \end{bmatrix} \quad X = [a \quad b \quad c \quad h \quad g \quad f \quad u \quad v \quad w]^T$$

Solve for the vector X .

Now given

$$\Delta = \begin{vmatrix} a & h & g & u \\ h & b & f & v \\ g & f & c & w \\ u & v & w & d \end{vmatrix} \quad D = \begin{vmatrix} a & h & g \\ h & b & f \\ g & f & c \end{vmatrix}$$

The cofactors of D :

$$A = bc - f^2$$

$$F = gh - af$$

$$B = ac - g^2$$

$$G = hf - bg$$

$$C = ab - h^2$$

$$H = gf - ch$$

The equation of the cylinder axis is:

$$\frac{x - \frac{uf}{F}}{1/F} = \frac{y - \frac{vg}{G}}{1/G} = \frac{z - \frac{wh}{H}}{1/H} \quad (5)$$

This means that the cylinder axis has the direction vector $[1/F, 1/G, 1/H]^T$ and passes through the point $\bar{x}_0 = [(uf/F), (vg/G), (wh/H)]^T$. The axis orientation corresponds to the eigenvector related to the null eigenvalue of the matrix A . The two other eigenvalues are positive. The matrix A has two identical eigenvalues λ and the radius can be expressed by

$$r^2 = (u^2 f/F + v^2 g/G + w^2 h/H + d)/\lambda \quad (6)$$

Figure (3) shows a simulated example for cylinder with a 0.035mm error in fitting.

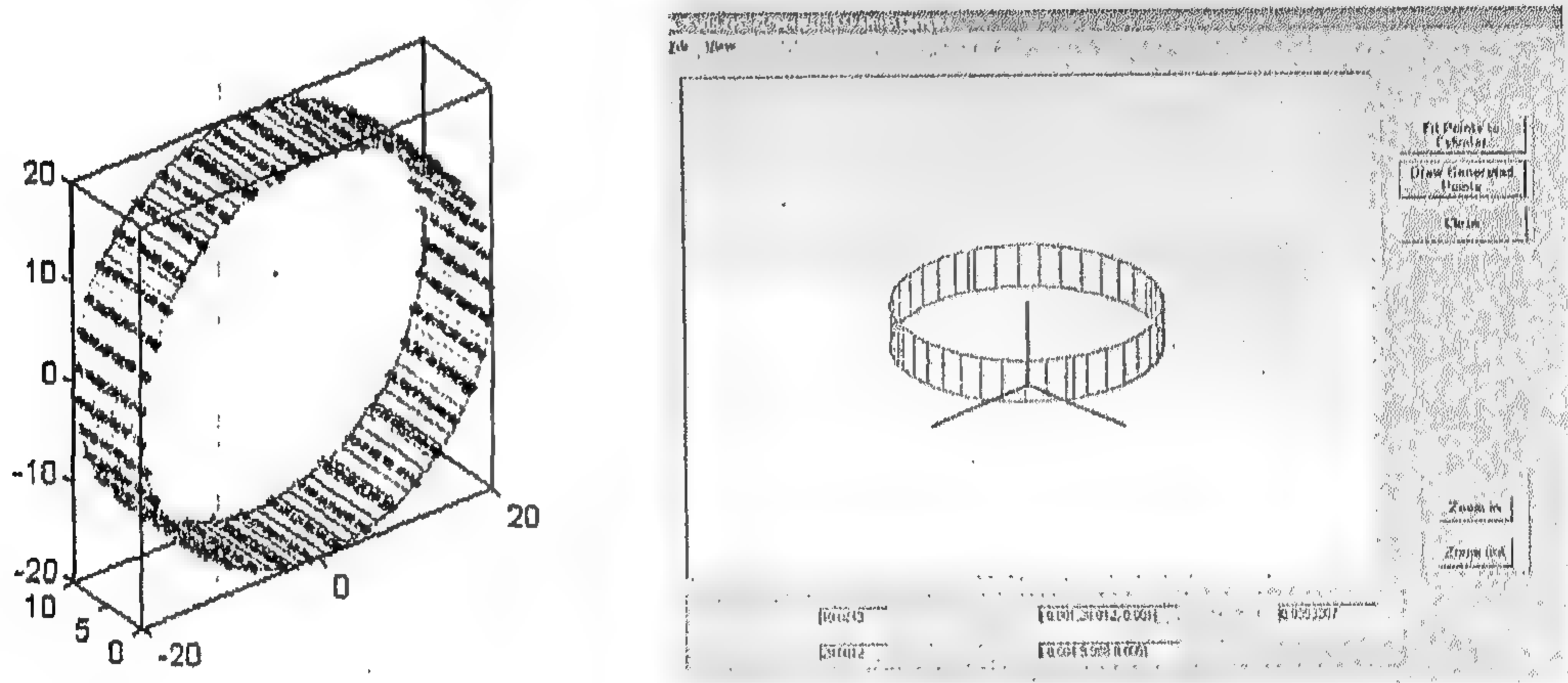


Figure (3) A simulated example for cylinder fitting.

The cone:

Since the cone and the cylinder have the same general equation, their constants are obtained in the same way.

The apex of the cone is given by equation (7)

$$\bar{X}_0 = A^{-1}B \quad (7)$$

The axis of the cone corresponds to the eigenvector related to the negative eigenvalue of the matrix A . The two other eigenvalues are positive.

The parameters of the quadratic equation have to satisfy the following conditions:

$$\frac{af - gh}{f} = \frac{bg - hf}{g} = \frac{ch - fg}{h} \quad (8)$$

As for the cylinder case, the circular cone equation has a more compact form where $[x_0, y_0, z_0]^T$ is the apex of the cone, $[n_x, n_y, n_z]^T$ is the unit vector defining the orientation of the cone axes and α is the semi-vertical angle. The quadratic equation parameters can thus be expressed explicitly as a function of the above terms by

$$\begin{aligned} a &= n_x^2 - \cos^2 \alpha & b &= n_y^2 - \cos^2 \alpha & c &= n_z^2 - \cos^2 \alpha \\ h &= n_x n_y & g &= n_x n_z & f &= n_z n_y \end{aligned}$$

Figure (4) shows a simulated example for cone fitting.

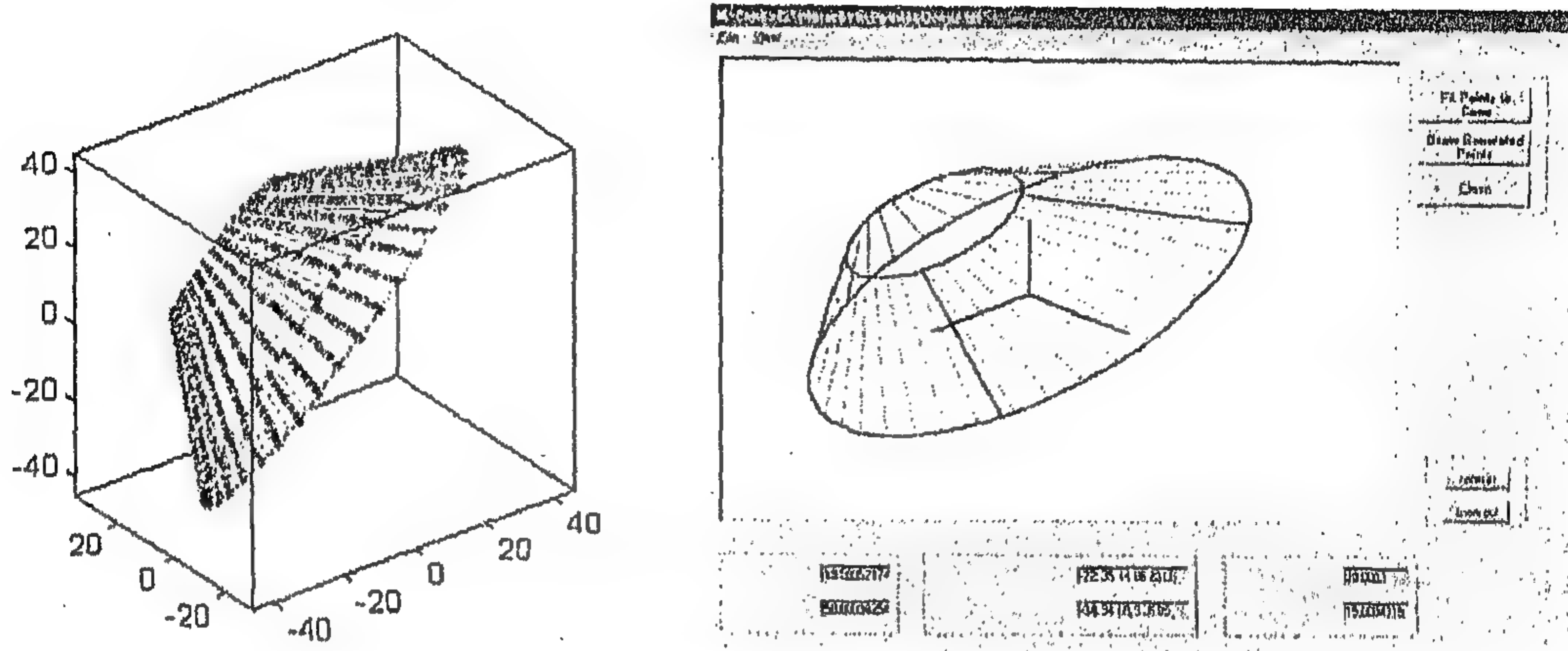


Figure (4) A simulated example for cone fitting.

The sphere:

A sphere is characterized by equal coefficients for x^2 , y^2 and z^2 terms and vanishing coefficients for the cross product terms xy , xz and yz , so the parameters h , g and f are equal to zero. The equation of a sphere can be written as

$$a(x^2 + y^2 + z^2) + 2ux + 2vy + 2wz + d = 0 \quad (9)$$

It can also be written as

$$a(x^2 + y^2 + z^2) + 2ux + 2vy + 2wz = -1 \quad (10)$$

By using the least squares form

$$A = \begin{bmatrix} x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 & 2x_1 & 2y_1 & 2z_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} -1 \\ \vdots \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} a \\ u \\ v \\ w \end{bmatrix}$$

Solve for the vector X

The center of the sphere is:

$$\bar{x}_0 = [-u/a, -v/a, -w/a]^T \quad \text{and the radius is:} \quad r^2 = \frac{u^2 + v^2 + w^2 - ad}{a^2}$$

Figure (5) shows a simulated example for sphere fitting.

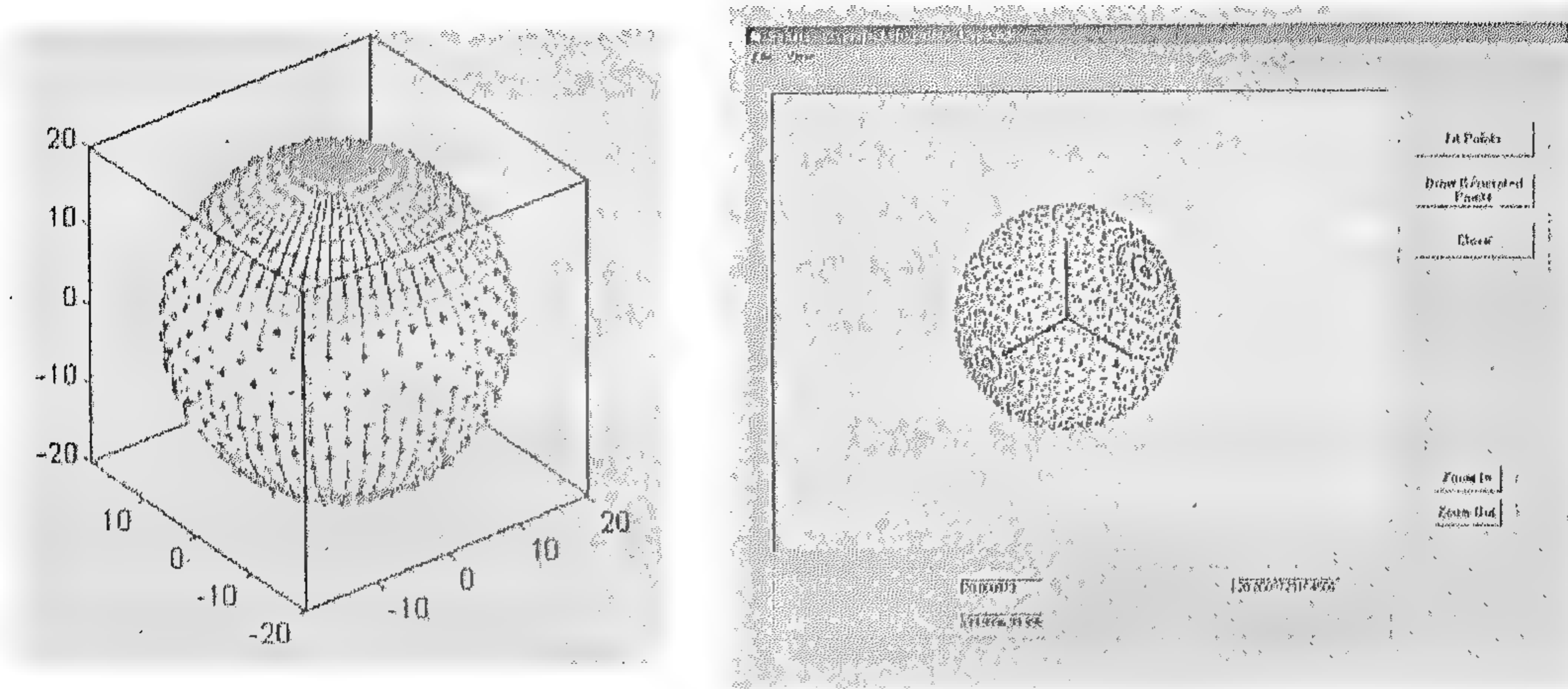


Figure (5) A simulated example for sphere fitting.

Finally a real example is shown next where the laser scanner scanned a cylindrical element then fitted using the developed software. Again the fitted surface is transferred to CAD/CAM software for the ease of implementing any changes on it.

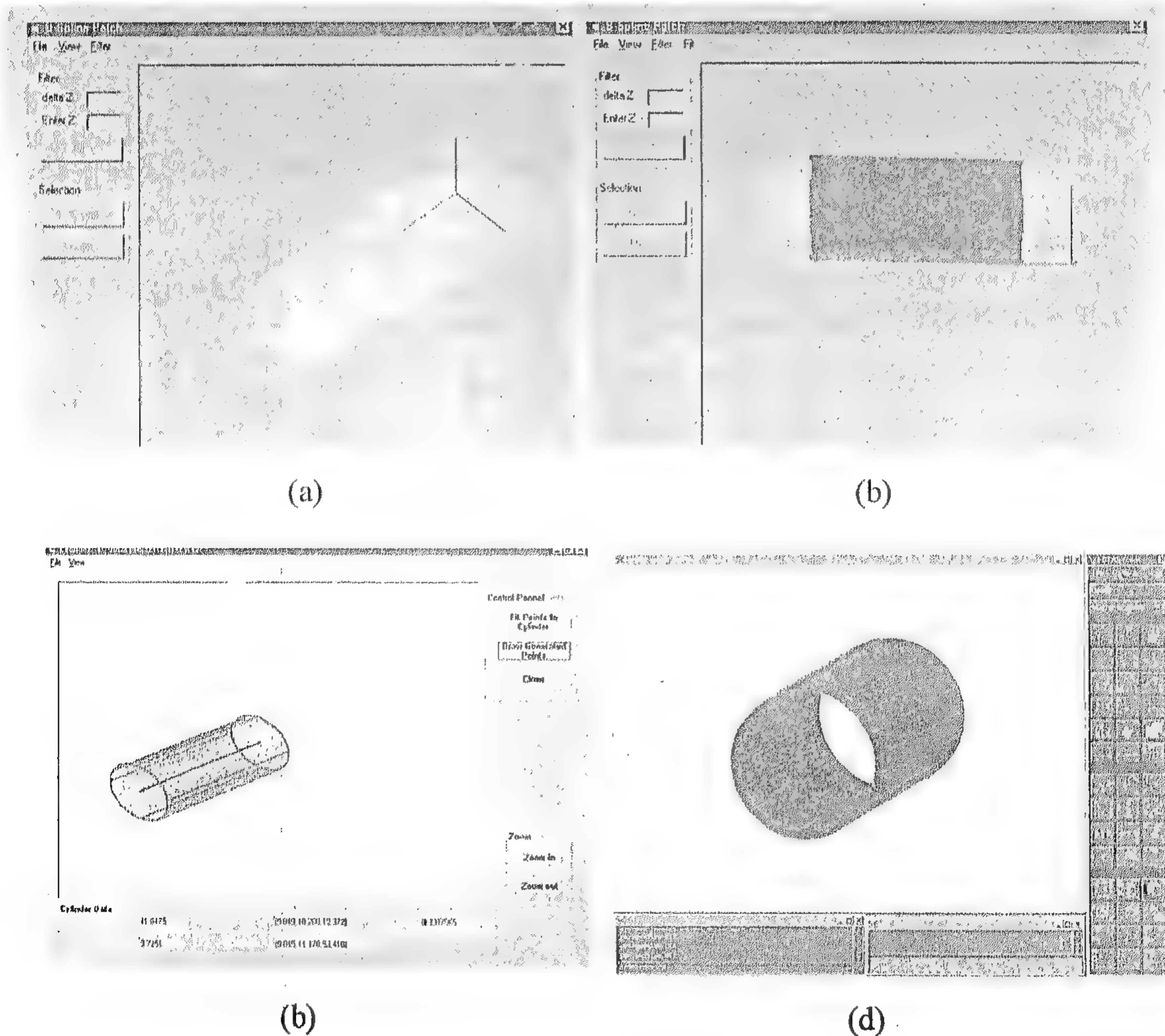


Figure (6) A real scanned cylinder: (a) scanned cylinder; (b) selected points; (c) fitted cylinder; (d) cylinder exported to IDEAS software.

Intersections of standard shapes

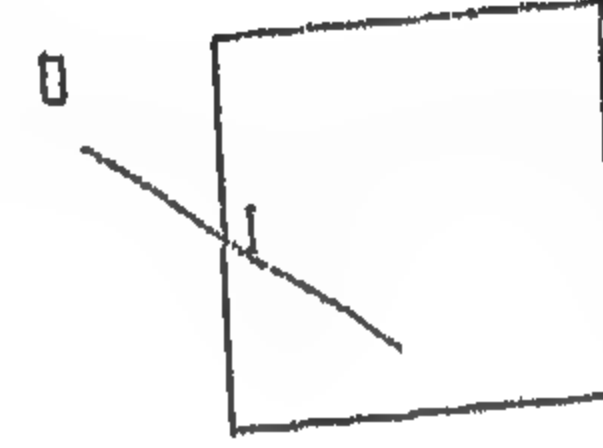
In general, mechanical parts usually consist of intersecting shapes. It is important to identify the area and shape of intersection. The most important type of intersection is the intersection between a line and a plane. As will be shown later, this type of intersection is the key to finding most of the other intersections.

Intersection between a line and a plane:

A line can be defined by a point lying on it and a vector having its direction:

$$\vec{a} = \vec{b} + t \times \vec{s} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + t \times \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

where (b) is a point on the line, (s) is the direction vector and (t) is a parameter. If the direction vector is normalized, then the parameter (t) will be the distance between point (X_0, Y_0, Z_0) and any point (X, Y, Z) lying on the line.



As shown earlier fitting the equation of a plane is $n_x \times X + n_y \times Y + n_z \times Z + d = 0$ where n_x, n_y, n_z are the components of a vector normal to the plane and (d) is a constant. If the vector $(n_x, n_y, n_z)^T$ is normalized, then (d) would be the normal distance between the origin and the plane. The intersection point of the plane and the line must satisfy the plane and line equations. By substituting the line equation in the plane equation and solving for the parameter (t) :

$$t = \frac{(-n_x \times X_0 - n_y \times Y_0 - n_z \times Z_0 - d)}{(n_x \times X_1 + n_y \times Y_1 + n_z \times Z_1)} \quad (12)$$

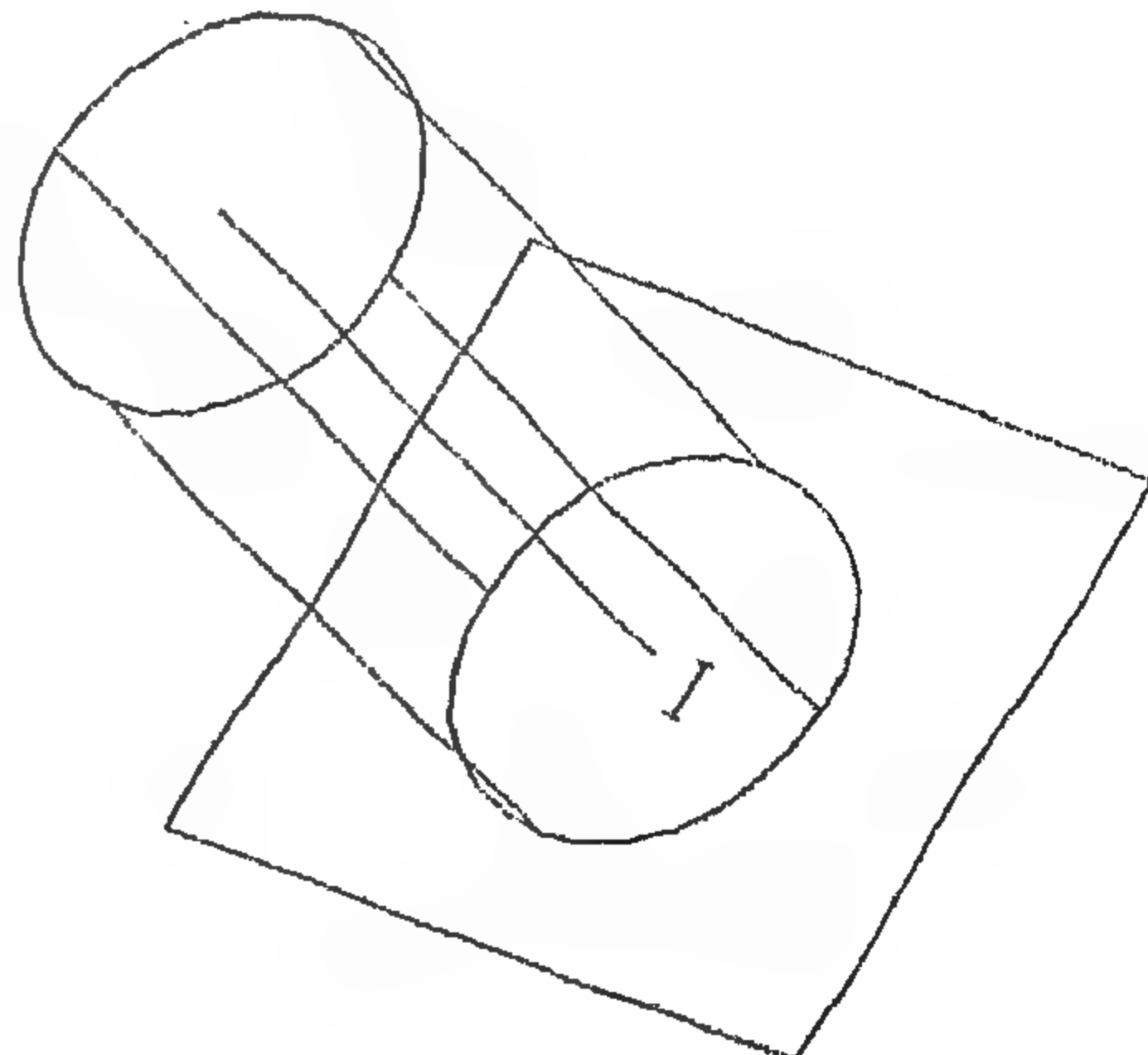
Substitute (t) in the line equation and get the intersection point (X_i, Y_i, Z_i) such that:

$$\begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + t \times \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} \quad (13)$$

Cylinder orthogonal to plane:

The condition for a plane and a cylinder to be orthogonal is that the direction vector of the centerline of the cylinder and the vector normal to the plane must be equivalent or in opposite direction.

The intersection area is a circle lying in the plane with a radius equal to the radius of the cylinder. The center of the circle is the intersection point (I) between the centerline of



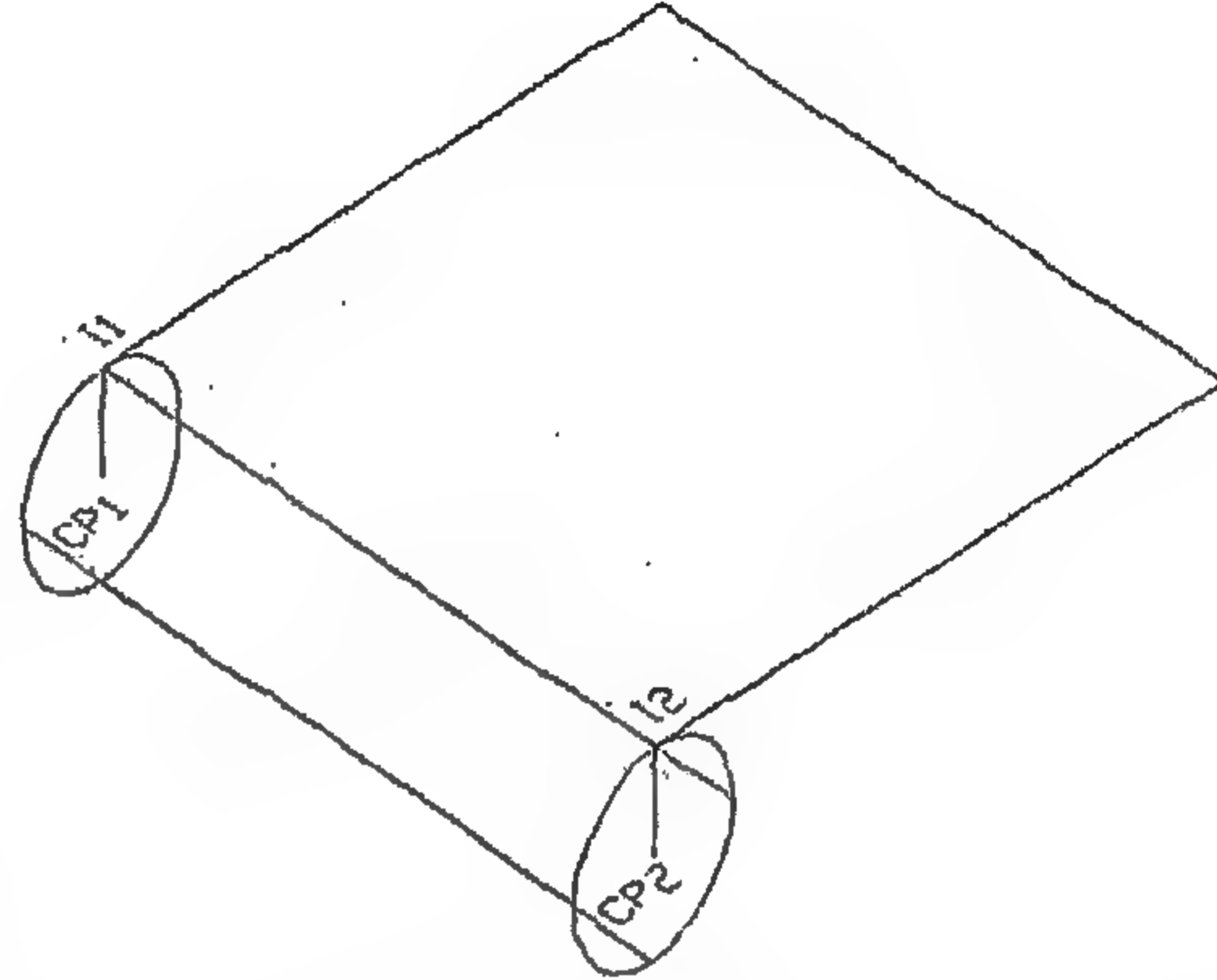
the cylinder and the plane and can be calculated as shown above. A point P_0 and the direction vector define the centerline of the cylinder. To draw the circle in space, first it is drawn at the origin and then multiplied by the rotation matrix of the cylinder and translated to its actual center.

Plane tangent to cylinder:

For a plane to be tangent to a cylinder, the following two conditions should both be fulfilled:

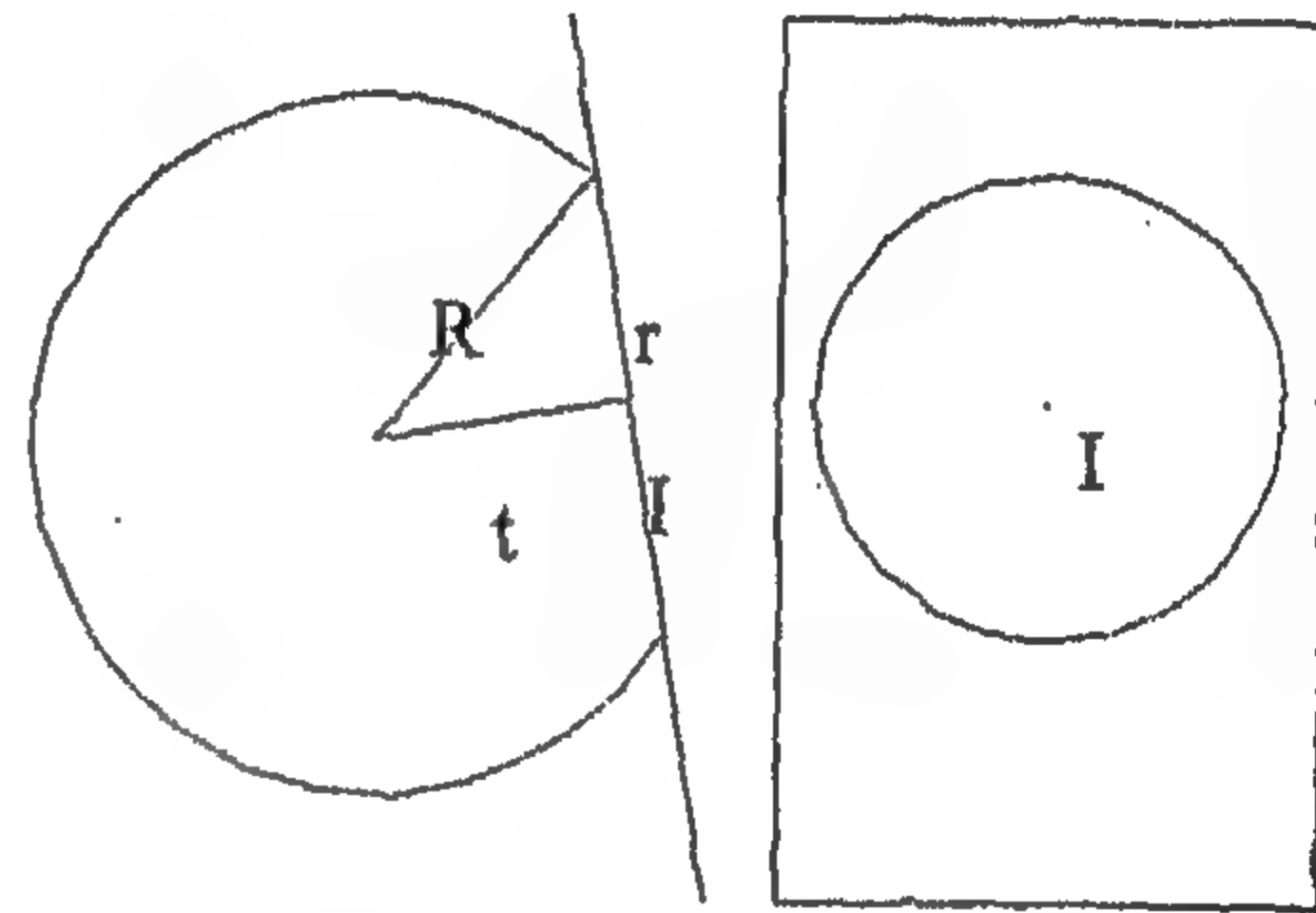
$$|I_2 - CP_2| = r \quad |I_1 - CP_1| = r$$

where I_1 and I_2 are the points where the plane touches the cylinder and CP_1 , CP_2 are the center points of the beginning and the end of the cylinder. If one of these conditions is not fulfilled then the plane is not tangential to the cylinder. CP_1 and CP_2 are both obtained as shown in the cylinder fitting operation. In order to calculate the point I_1 , consider a line passing through CP_1 and having the vector normal to the plane as its direction vector. The point of intersection between the plane and the line would be I_1 and the parameter (t) would be the distance between I_1 and CP_1 . The same procedure is followed to obtain I_2 . The line connecting between I_1 and I_2 is the line of intersection.



Sphere and a plane:

In order for the sphere and the plane to intersect, then distance between the center of the sphere and the plane should be less or equal to the radius of the sphere. The intersection area is a circle. The center of the circle is the intersection, between a line passing through the center point of the sphere and having the vector normal to the plane as its direction vector. The radius of the circle can be obtained from the geometry of the intersection using Pythagoras law as shown in figure:



$$r = \sqrt{R^2 - t^2}$$

Three intersecting planes:

The following procedure describes how to get the intersection point of three planes. Given three planes with the following equations:

$$S : n_x \times X + n_y \times Y + n_z \times Z + d = 0$$

Put the equation in a matrix containing the plane vectors as follows:

$$[X \ Y \ Z \ 1] \begin{bmatrix} S_1 & S_2 & S_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = [0 \ 0 \ 0 \ 1] \quad (14)$$

If the matrix containing the plane vectors can be inverted, the desired point P is given by the fourth row of the inverse. If the planes do not intersect then no inverse exists.

Free form surface fitting

Although it is possible to set up and solve a general least square surface fitting problem linear and with or without weights and constraints, the task is much more complex than for curves. We presented surface approximation scheme that builds upon our least square curve scheme as shown in [13].

Mathematically the surface equation

$$S(\bar{u}_k, \bar{v}_l) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,p}(\bar{u}_k) N_{j,q}(\bar{v}_l) P_{i,j} \quad (15)$$

can be written in the form

$$S(\bar{u}_k, \bar{v}_l) = \sum_{i=0}^n N_{i,p}(\bar{u}_k) \left(\sum_{j=0}^m N_{j,q}(\bar{v}_l) P_{i,j} \right) = \sum_{i=0}^n N_{i,p}(\bar{u}_k) R_{i,l} \quad (16)$$

$$\text{where} \quad R_{i,l} = \sum_{j=0}^m N_{j,q}(\bar{v}_l) P_{i,j} \quad (17)$$

The scheme simply fits curves across the data in one direction then fits curves through the resulting control points across the other direction. This gives the control points for each curve (step); these are called the iso-parametric control points. The value of the first parameter (u) for each point is obtained by using the centripetal method along each step separately. Applying the second stage of the least square surface fitting on the iso-parametric control points and get the fitted surface control points in the other direction. The second parameter (v) for each point obtained using the centripetal method and the averaging technique over the iso-parametric control points as indicated by equation (18).

$$\bar{v}_k = \frac{1}{n+1} \sum_{l=0}^n \bar{v}_k \quad k = 0, \dots, s \quad (18)$$

The full details of the procedure can be found in a previous paper by some of the authors' as shown in reference [13].

Finally a real surface of a computer mouse was scanned. Using a second degree and five control points in the one direction, and a third degree and six control points in the other direction, the surface approximating the scanned points was generated. The resulting average error was (0.765) and the maximum error was (3.767) as shown in Fig. 5. Shown also is the generated surface which was exported to a CAD/CAM software "IDEAS". In that software any desired changes for the design of the mouse surface can be made and the codes for the CNC machines to produce the new surface mold can be generated.

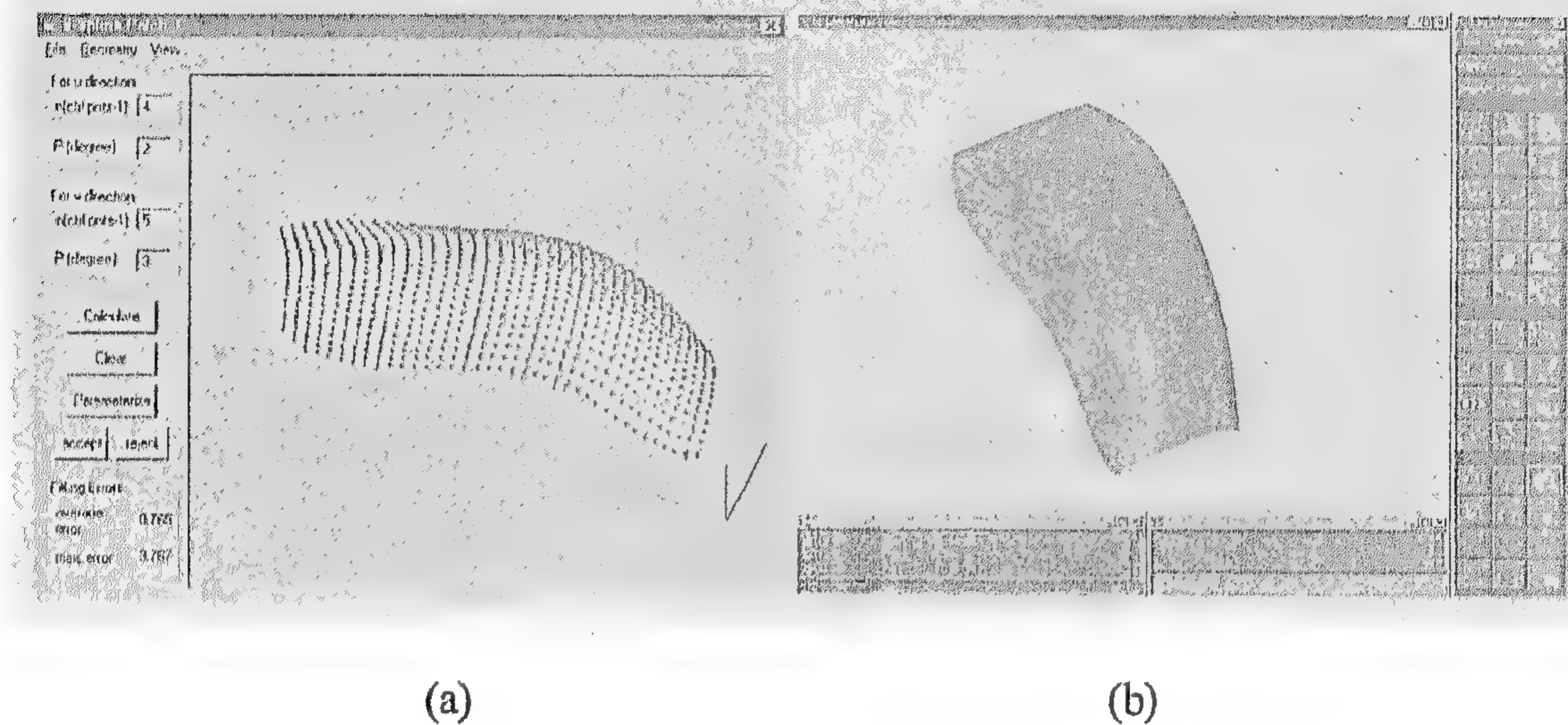


Figure 7. A scanned mouse surface (a) fitting error, (b) surface exported to Ideas.

Conclusion

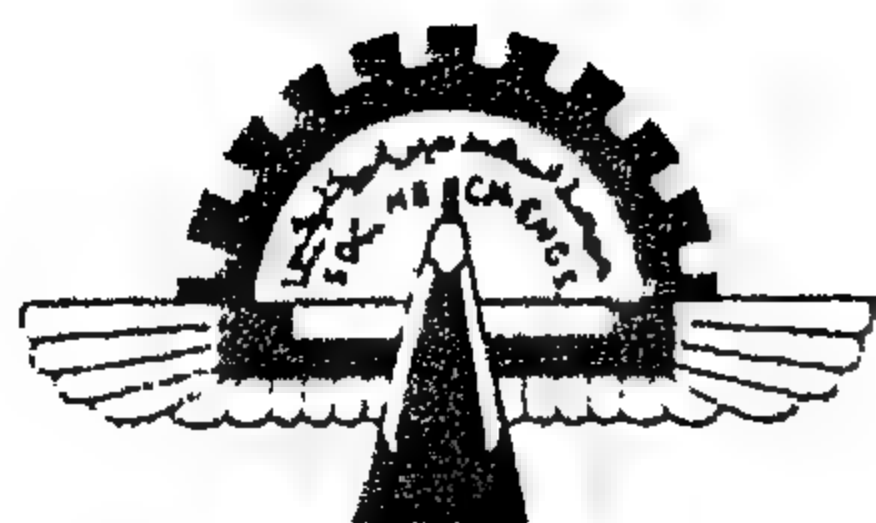
In this paper we dealt with fitting of actually scanned free form surfaces, standard shapes, and their intersections as a part of the reverse engineering process for computerized physical modeling as a design tool in mechanical engineering. The use of the least square method in our fitting algorithms resulted in an acceptable fitting error in all the cases. Exporting the generated geometric model to CAD/CAM software was implemented to provide the capability of implementing changes to get a better design. A final step that completes the process is to use the CAM software to create the CNC code for quickly producing the designed component or its production tool.

Acknowledgment

The presented work has been conducted through the Cairo University / U.C.F. (USA) cooperation program - FRCU project 202. The authors would like to acknowledge the cooperation and dedication of all personnel involved in the project.

References

1. Chris Mcmhon, Jimmie Bronne "CAD\CAM from principles to practice", department of mechanical university of Bristol, 1993
2. Dennis G. Jill, Michael R. Cullm, "Advanced Engineering Mathematics", 2nd. Edition, PWS publishing Co. Boston, 1996
3. Fogers, D. F., Adams, J. A., 1976, "Mathematical Elements For Computer Graphics", McGraw-Hill, pp. 111-113.
4. Hegazi, H.A., Metwalli, S.M., "Reverse Engineering of Standard Mechanical Elements," ASME Design Engineering Technical Conference, Las Vegas, Nevada, September, (1999)
5. Limaïem, A., Nassef, A., ElMaraghy, H., "Data Fitting using Dual Kriging and Genetic Algorithms," CIRP Annals, Vol. 45 (1996), pp. 129-134.
6. Menq, C., Chen, F. L., 1996, "Curve and Surface Approximation from CMM Measurement Data", Computers and Industrial Engineering, Vol. 30, pp. 211-225.
7. Moretenson, M. E., 1985, "Geometric Modeling", John Wiley & Sons.
8. Nassef, A. O., Ashraf, A. M. and Metwalli, S. M., "Accuracy and Fitting-Time Minimization in the Reverse Engineering of Prismatic Features," ASME Design Engineering Technical Conference, Las Vegas, Nevada, September 1999, paper CIE-9131.
9. Piegel, L., Tiller, W., 1997, "The NURBS Book, Monographs in Visual Communication", 2nd Edition, Springer-Verlag, pp. 1-139.
10. Rolls, C. J., ElMaraghy, W., ElMaraghy, H., "Towards Combining Digitization Techniques in the Generation of Reverse Engineering Data Sets", accepted in ASME Design Engineering Technical Conference, Las Vegas, Nevada, September 1999.
11. Steven Chapra & Rymond Canale "Numerical methods for engineers", second edition, 1989.
12. Varady, T., Martin, R. R. and Cox, J., 1997, "Reverse Engineering of Geometric Models-An Introduction", Computer-Aided Design, Vol. 29, pp.255.
13. Shalaby, M. M., Metwalli, S. M., Nassef, A. O., Hegazi, H. A. and Ashraf, A. M., "Least-Squares Fitting Approach for the Reverse Engineering of Free Form Surfaces," Alexandria University International Conference on Production Engineering Design and Control (PEDAC), Alexandria, Egypt, February 13-15, 2001.



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مدمجة

3/6

فاعلية تطوير المحطات البخارية التكثفية
إلى مراكز كهروحرارية مزدوجة

دكتور / حسين الربيعي

فاعلية تطوير المحطات البخارية التكثيفية

الى مراكز كهروحرارية مزدوجة

د.حسين عبد علي الربيعي

المعهد العالي للميكانيك والكهرباء / هون

ص ب 61297 - هون - الجماهيرية الليبية

ملخص :

تضمن البحث نموذج رياضي لدراسة فاعلية تطوير التصميم الأساسي للمحطات البخارية التكثيفية إلى مراكز كهروحرارية مزدوجة ثنائية الضغط مخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية. وبصفة مقياس للفاعلية الاقتصادية والحفاظ على أدنى مستوى من التلوث للوسط المحيط تم في هذه الحالة استخدام مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في الشبكة الكهربائية نتيجة لعملية الإنتاج المشترك للطاقة الكهربائية ومياه التحلية في التصميم المقترح مقارنة مع عملية الإنتاج المنفصل لنوعي الطاقة (الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية اللازمة لإنتاج مياه التحلية). وبذلك تم دراسة تأثير تصميم الوحدة التربينية الغازية و الخواص الشيرموديناميكية الأساسية لهذه الوحدة على مقياس الفاعلية لتطوير التصميم الأساسي للمحطة البخارية. وقد بينت نتائج الدراسة: - فاعلية استخدام الدورة المزدوجة ثنائية الضغط في تطوير المحطات البخارية التكثيفية الى مراكز كهروحرارية. حيث بلغ مقدار التوفير الأدنى في كمية الوقود المستهلكة 554.4 ton/year لكل MW من الطاقة الكهربائية المنتجة للمحطة البخارية. وطبقا لذلك فان مقدار الانخفاض في كمية أكاسيد النتروجين (1.962 ton/MW.year) والطاقة الحرارية (16250 GJ/MW.year) المطروحة للوسط المحيط. وذلك عندما تكون كمية مياه التحلية المنتجة 27500 ton/MW.year. - الفاعلية الاقتصادية والبيئية لاستخدام الوحدات التربينية الغازية ذات الاحتراق المتتابع في تطوير المحطات البخارية الى مراكز كهروحرارية. حيث بلغ أدنى مستوى من الزيادة بمقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة والمؤشرات البيئية السابقة الذكر أعلاه 31 %. - زيادة كمية مياه التحلية المنتجة للمركز الكهروحراري الى 55000 ton/MW.year تؤدي الى ارتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة والمؤشرات البيئية السالبة الذكر بنسبة 22 %.

1 - المقدمة :

تميزت السنوات الأخيرة بارتفاع نسبة استخدام الوحدات التربينوية الغازية لإنتاج الطاقة الكهربائية المطلوبة في تغطية حمل الشبكة الكهربائية في معظم دول العالم وبشكل خاص الدول النامية النشطة [1 , 2] . وإلى جانب ذلك فإن محطات إنتاج الطاقة الكهربائية البخارية في معظم دول العالم مازالت تغطي نسبة مرتفعة من حمل إستهلاك الطاقة الكهربائية للشبكة . وإن قسم كبيرا من هذه المحطات أصبح من الناحية الفنية والتقنية غير إقتصادي ضمن المقاييس العالمية الجديدة للمتانة و معدل إستهلاك الوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية [3] .

ومن المعروف إن العديد من الدول النامية تعاني من شحة مصادر المياه العذبة الصالحة لأغراض الشرب والزراعة والصناعة . وقد كان أحد الحلول العلمية لهذه المشكلة هو تحلية مياه البحر بالطريقة الحرارية [4] . وذلك بإستخدام وحدات التحلية ذات الغليان الوميضي المتعدد المراحل . وتشير الدراسات الحديثة إلى الفاعلية الإقتصادية لإستخدام المراكز الكهروحرارية الغازية والمزدوجة [5 , 6] لتجهيز هذه الوحدات بكمية الطاقة الحرارية المطلوبة لتسخين المحلول الملحي في المبادل الحراري الأساسي . ولكن في حالة البلدان التي تعتمد فيها شبكة إنتاج الطاقة الكهربائية بصورة رئيسية على المحطات البخارية التكثيفية يصبح من الضروري التفكير في تجهيز الطاقة الحرارية لوحدات التحلية السابقة الذكر أعلاه عن طريق إستنزاف البخار من التربينات التكثيفية . وذلك عندما تكون وحدات التحلية هذه موجودة داخل المحطة الكهربائية أو بالقرب منها [7] . ومن الجدير بالذكر في هذه الحالة يجب أن يؤخذ بعين الإعتبار القدرة التصميمية ومدى السامحة في زيادة الطاقة المحملة على مراحل التربينات البخارية [8] . ونتيجة لإستمرار البحوث العلمية لتقديم ما هو أكثر فاعلية إقتصادية في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية إتجه الباحثون إلى تبني فكرة الدورة المزدوجة في تطوير وتوسيع المحطات البخارية القديمة [9 , 10] .

وتعتبر محطة الخمس الحرارية من أهم المحطات الكهربائية التكثيفية الموجودة حاليا في شبكة إنتاج الطاقة الكهربائية للجماهيرية الليبية [9] . لذلك سوف نتطرق في هذه الدراسة إلى بحث إمكانية زيادة الفاعلية الإقتصادية والبيئية لمحطة الخمس الحرارية عن طريق تطوير التصميم الأساسي للمحطة إلى مركز كهروحراري مزدوج ثنائي الضغط يتم فيه إنتاج الطاقة الكهربائية و الطاقة الحرارية اللازمة لوحدات التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل .

2 - التصميم الأساسي للمحطة المدروسة :

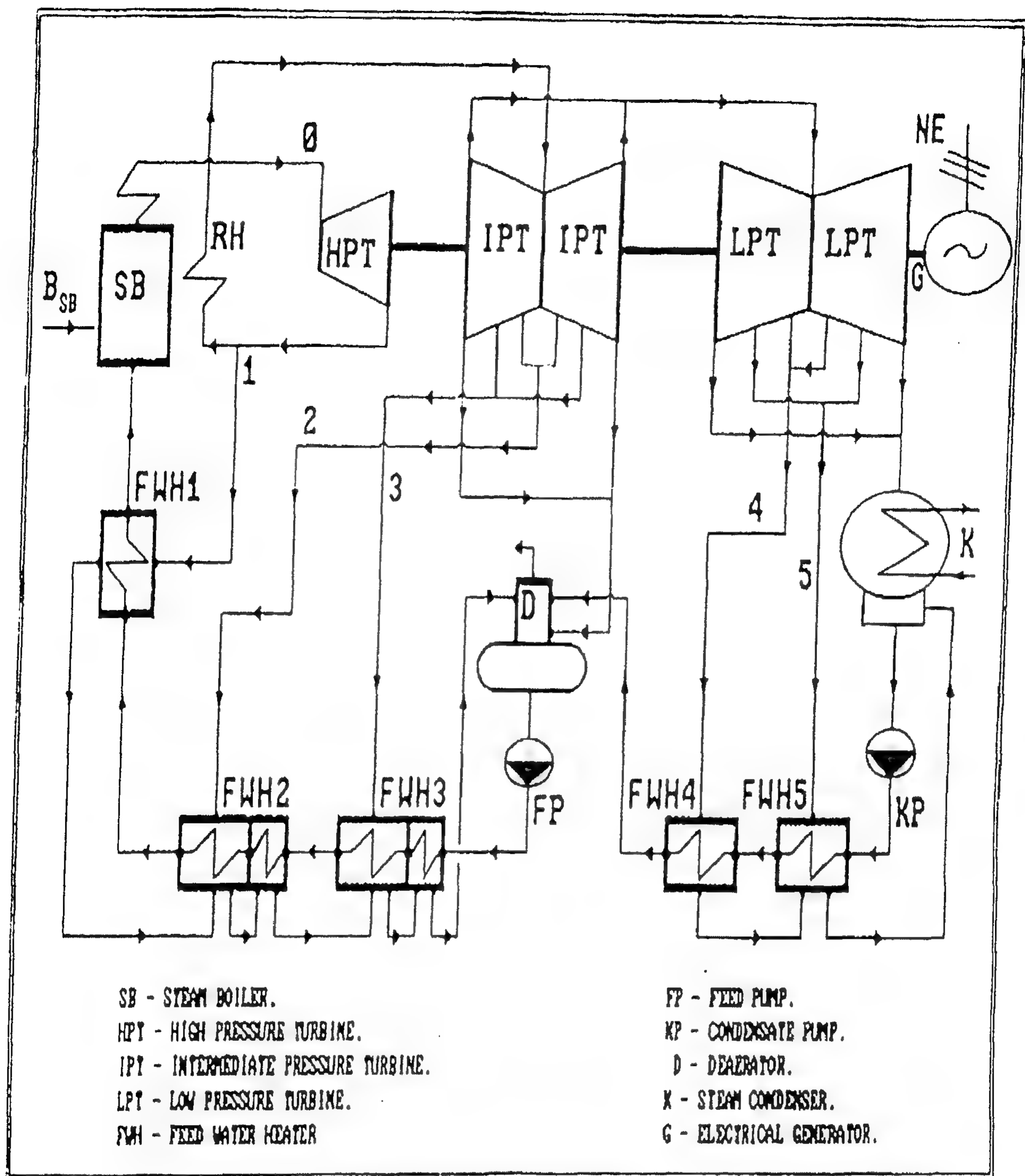
يتكون التصميم الأساسي لوحدات إنتاج الطاقة الكهربائية في محطة الخمس الحرارية من مرجل بخاري (SB) بطاقة إنتاجية (338.26 ton/hr) ووحدة ترهينية بخارية تكثيفية ذات محور واحد و قدرة تصميمية 120 Mw ومرحلة واحدة لعملية إعادة تسخين البخار في المرجل كما هو موضح في الشكل (1). تعمل التربيننة البخارية عند خواص ابتدائية للبخار (PO= 128.47 Bar; TO= 535 C) وتتكون من ثلاث إسطوانات (HPT ; IPT ; LPT) لتمدد البخار المجهز من المرجل . وتتضمن التربيننة البخارية ستة نقاط لإستنزاف البخار من هذه الإسطوانات لغرض التسخين الإسترجاعي لمياه التغذية (الجدول (1)).

الجدول (1) خواص البخار عند نقاط الإستنزاف المختلفة من التربيننة البخارية .

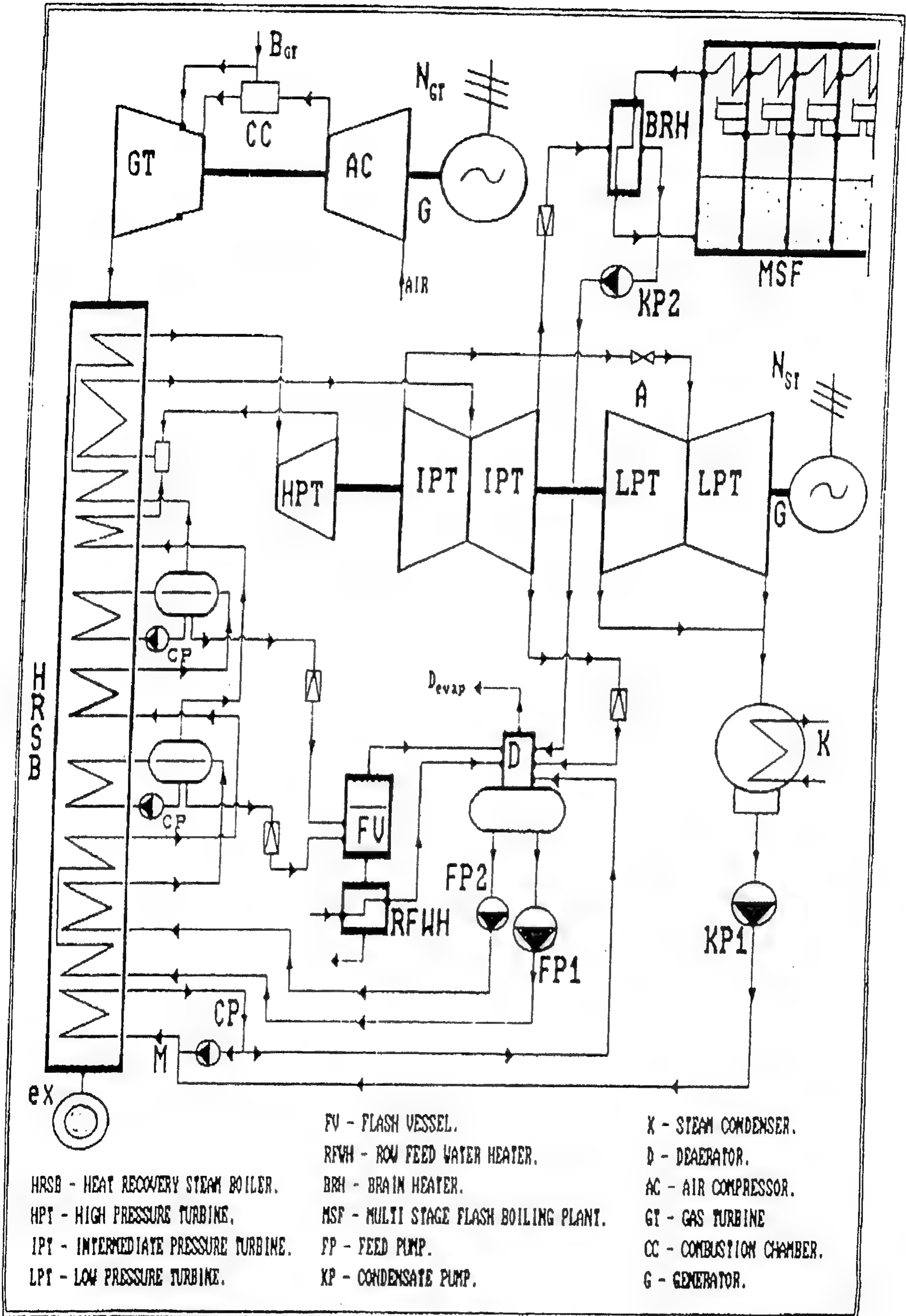
Point	1	2	3	D	4	5	X
P , bar	29.87	16.23	9.43	4.87	2.15	8.78	8.85
T , °C	329.34	468.22	381.98	296.25	211.85	188.81	34.88

3 - خواص التصميم المدروس :

التصميم المقترح لتطوير التصميم الأساسي لوحدات المحطة المدروسة مبين في الشكل (2). حيث تم تعديل تصميم المحطة البخارية إلى مركز كهروحراري مزدوج يتم فيه إستغلال الطاقة الحرارية للغازات العادم الخارجة من التربيننة الغازية في مرجل بخاري ثنائي الضغط (HRSB) مخصص لإنتاج كمية البخار المطلوبة للتربيننة البخارية في التصميم الأساسي للمحطة في حالة نظام التشغيل الجديد. وبناء على ذلك فإن البخار المنتج في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل بعد أن ينجز مقدار من الشغل داخل إسطوانة الضغط العالي للتربيننة البخارية يتم توجيهه إلى محمض إعادة التسخين البخار في المرجل (HRSB). وذلك بعد أن يتم خلطه بكمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المنخفض من المرجل والمجهز عند الخواص المطلوبة لبداية عملية إعادة التسخين في المرجل. وبعد إجراء عملية إعادة التسخين للبخار يتم تجهيز البخار المنتج في مرحلتي الضغط للمرجل إلى إسطوانة الضغط المتوسط للتربيننة البخارية. حيث يتمدد داخل هذه



الشكل (١) التصميم الأساسي للمحطة البخارية .



الشكل (2) التصميم المقترح للمركز الكهربائي الحراري المزدوج .

الإسطوانة حتى ضغطه التصميمي في نهاية إسطوانة الضغط المتوسط نتيجة لوجود صمام التحكم (A) في كمية البخار المجهزة لإسطوانة الضغط المنخفض. وينقل البخار عبر الصمام (A) إلى إسطوانة الضغط المنخفض للتربين البخارية بعد أن يتم إستنزاف كمية البخار اللازمة لوحدة التحلية وخزان نزع الهواء والفازات المذابة. حيث تتمدد الكمية المتبقية من البخار داخل إسطوانة الضغط المنخفض لغاية ضغط البخار عند المكشف.

وقد تم في التصميم المقترح إلغاء المبادلات الحرارية المخصصة للتسخين الإسترجاعي لمياه التغذية والمكثف الأساسي. وإستخدام نقطة إستنزاف البخار المخصصة لخزان نزع الهواء في التصميم الأساسي للمحطة لتجهيز كمية البخار اللازمة لوحدة التحلية وخزان نزع الهواء (الذي يعمل وفقا للتصميم المدروس عند ضغط $(PD = 2.5 \text{ bar})$). ولغرض التقليل من كمية البخار المستنزفة لخزان نزع الهواء يتم تسخين المكثف الأساسي (إلى درجة حرارة أصغر من درجة حرارة التشبع المقابلة لضغط خزان نزع الهواء بمقدار 5°C) عن طريق وضع مبادل حراري مخصص لهذا الغرض في المرجل. بعد أن يتم رفع درجة حرارة هذا المكثف لغاية 80°C عن طريق نقطة الخلط (M) الموضحة في الشكل (2). وذلك لمنع تآكل أنابيب المبادل الحراري الغازي في حالة وجود نسبة من مركبات الكبريت في الوقود المستخدم في المركز الكهربائي.

وإضافة لما سبق فقد تم الأخذ بعين الإعتبار وجود خزان التمدد (FV) الذي يتم فيه إنتاج كمية من البخار الوميضي عن طريق كمية المياه المستنزفة من إسطوانتي مرحلتي الضغط للمرجل. وكذلك مبادل حراري (RFWH) لتسخين المياه التعويضية للمركز الكهربائي عن طريق الإستفادة القصوى من الطاقة الحرارية المتبقية في المياه المستنزفة من خزان التمدد.

أما تصميم وحدة التحلية (MSF) فيتكون من مبادل حراري أساسي (BRH) لتسخين المحلول الملحي عن طريق كمية البخار المستنزفة من التربين البخارية وعشرون خلية لإنتاج مياه التحلية. وتنقسم خلايا التحلية إلى مجموعتين. المجموعة الأولى هي خلايا إسترجاع الطاقة الحرارية إلى وحدة التحلية عن طريق تمرير المحلول الملحي في مكثفات هذه الخلايا (وتشمل الخلايا من الخلية الأولى حتى الخلية السابعة عشر). أما المجموعة الثانية فهي خلايا طرح الطاقة الحرارية من وحدة التحلية للوسط المحيط عن طريق مياه التبريد لمكثفات هذه الخلايا (وتشمل الخلايا من الخلية الثامنة عشر حتى الخلية العشرون).

ومن الجدير بالذكر تم في الدراسة الحالية إستخدام نوعين من التصاميم للوحدة التربينية الغازية:

- التصميم الأول (وحدة تربينية غازية مصممة بدورة بسيطة وتضم الأجزاء الأساسية التالية :ضاغط هواء AC ، غرف إحتراق موزعة بشكل دائري CC ، تربينة غازية GT ، مولد كهربائي G).

- التصميم الثاني (وحدة تربينية غازية مصممة بدورة بسيطة مع إحتراق متتابع للوقود. وبذلك فإن تصميم الوحدة التربينية الغازية يضم إضافة الى الأجزاء الأساسية السالفة الذكر في التصميم الأول غرف إحتراق موزعة بشكل دائري داخل التربينة الغازية بعد المرحلة الأولى من هذه التربينة).

4 - طريقة دراسة الفاعلية الإقتصادية :

لدراسة الفاعلية الإقتصادية والبيئية للمراكز الكهروحرارية المزدوجة الثنائية الضغط يستلزم الأمر حساب التصميم الحراري لعدة بدائل مختلفة للتصميم المدروس تتميز عن بعضها البعض من حيث الترتيبية الحرارية والتصميمية والخواص التصميمية المدروسة بشكل نسبي متتابع لغرض حساب المؤشرات الإقتصادية الحرارية والبيئية لهذه البدائل عند كل حالة. ومن الجدير بالذكر إن الخواص التصميمية الأساسية المدروسة في هذه الحالة : درجة الحرارة الابتدائية للغازات قبل التربينة الغازية (T3) ونسبة الضغط للهواء في الضاغط (PRC). أما الفاعلية الإقتصادية والبيئية فيتم تحديدها في هذه الحالة عن طريق مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في الشبكة الكهربائية نتيجة لعملية الإنتاج المشترك للطاقة الكهربائية ومياه التحلية مقارنة مع عملية الإنتاج المنفصل لهما. وبذلك فإن مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في الشبكة الكهربائية نتيجة لتطوير التصميم الأساسي للمحطة البخارية التكهنية الى مركز كهروحراري مزدوج مخصص لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية :

$$DBST = \frac{3600 * [NST + NGT - (NEST)_o - NFP1 - NFP2]}{QGV * EST} + \frac{(BSB)_o + (BLPSB) - BGT}{(1) \rightarrow \max}$$

حيث :

BGT , NGT - الطاقة الكهربائية المنتجة (Mw) ومعدل إستهلاك الوقود (ton/hr) للوحدة التربينية الغازية على الترتيب.

NST - الطاقة الكهربائية المنتجة (Mw) للوحدة التربينية البخارية في حالة نظام التشغيل الجديد.
(NEST)_o , (BSB)_o - الطاقة الكهربائية المنتجة (Mw) ومعدل إستهلاك الوقود (ton/hr) للمرجل في حالة التصميم الأساسي للمحطة على الترتيب.

NFP2 , NFP1 - الطاقة الكهربائية المستهلكة (Mw) في مضخة التغذية للمرحلة الأولى والثانية من المرجل على الترتيب.

EST - كفاءة المحطة المزدوجة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية في الشبكة.
Qcv - القيمة الحرارية (KJ/Kg) للوقود النوعي.

BLPSB - معدل إستهلاك الوقود (ton/hr) في مرجل وحدة التحلية لغرض تجهيز هذه الوحدة بالطاقة الحرارية اللازمة لإنتاج مياه التحلية.

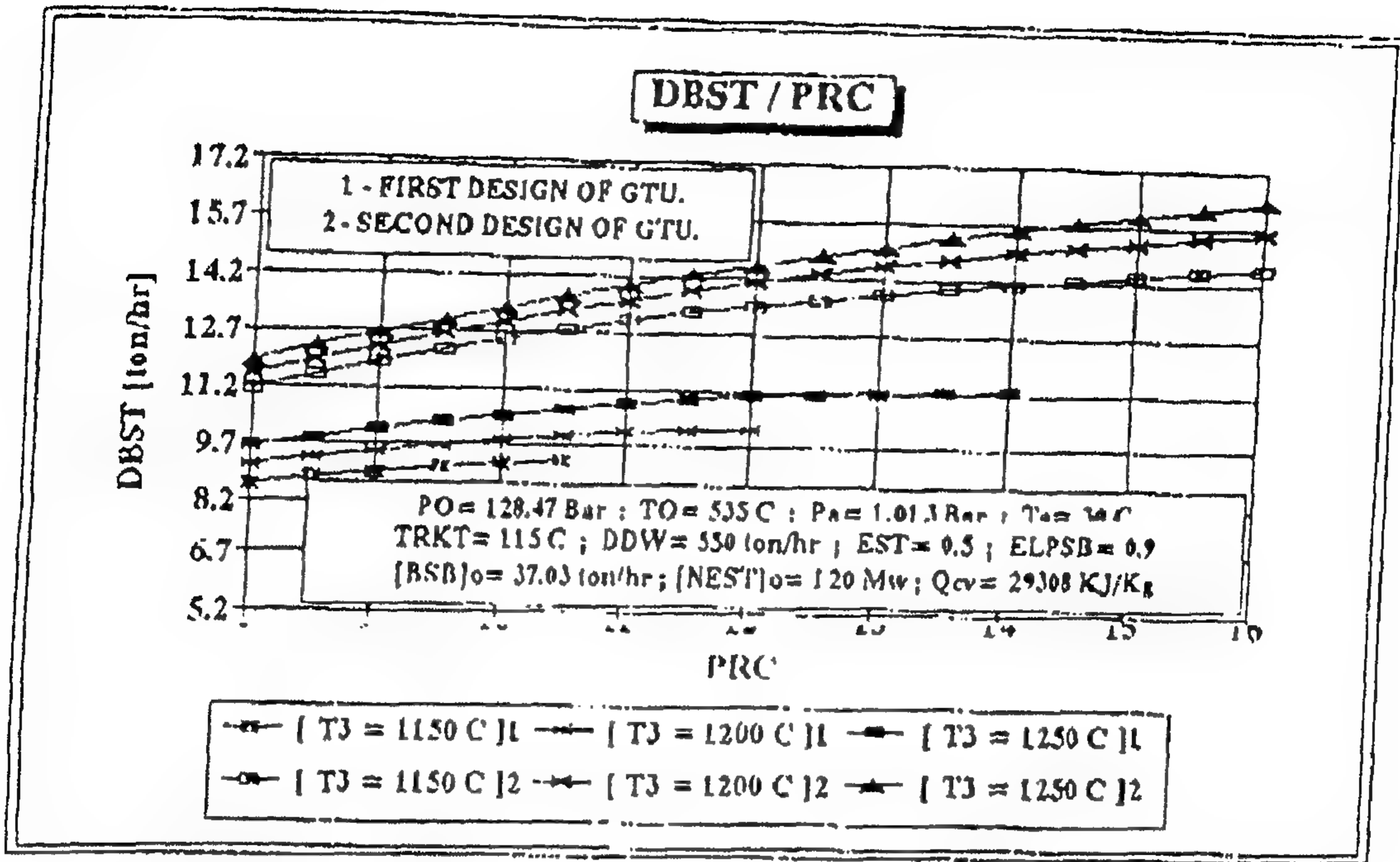
وبذلك فإن البديل المناسب هو الذي يعطي أقصى قيمة للمعادلة (1) (أي البديل الذي عنده التصميم المدروس للوحدة التربينية الغازية والخواص الثرموديناميكية المدروسة لهذه الوحدة تعطي أقصى فاعلية ممكنة عن طريق مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة لإنتاج نوعي الطاقة (الحرارية و الكهربائية) .

ومن الجدير بالذكر في عملية بناء النموذج الرياضي الخاص بحساب التصميم الحراري للمركز الكهروحراري المزدوج تم إستخدام طريقة حساب المراكز الكهروحرارية البخارية [11] ، وطريقة حساب الوحدات التربينية الغازية ذات درجات الحرارة الابتدائية المرتفعة للغازات [12] ، وطريقة حساب المراحل البخارية المخصصة لإستغلال المصادر الثانوية للطاقة [13] ، وطريقة حساب وحدات التحلية من نوع الفليان الوميضي المتعدد المراحل [14] . إضافة الى ما تقدم تم تعديل طريقة حساب الوحدات التربينية الغازية أعلاه للتعامل مع الوحدات التربينية الغازية ذات الإحتراق المتتابع وتحديد نسبة التمدد للغازات في المرحلة الأولى للتربينية الغازية من شروط عدد المراحل لهذه التربينية والتوزيع المتساوي لمقدار الهبوط في طاقة الغازات على هذه المراحل [15] .

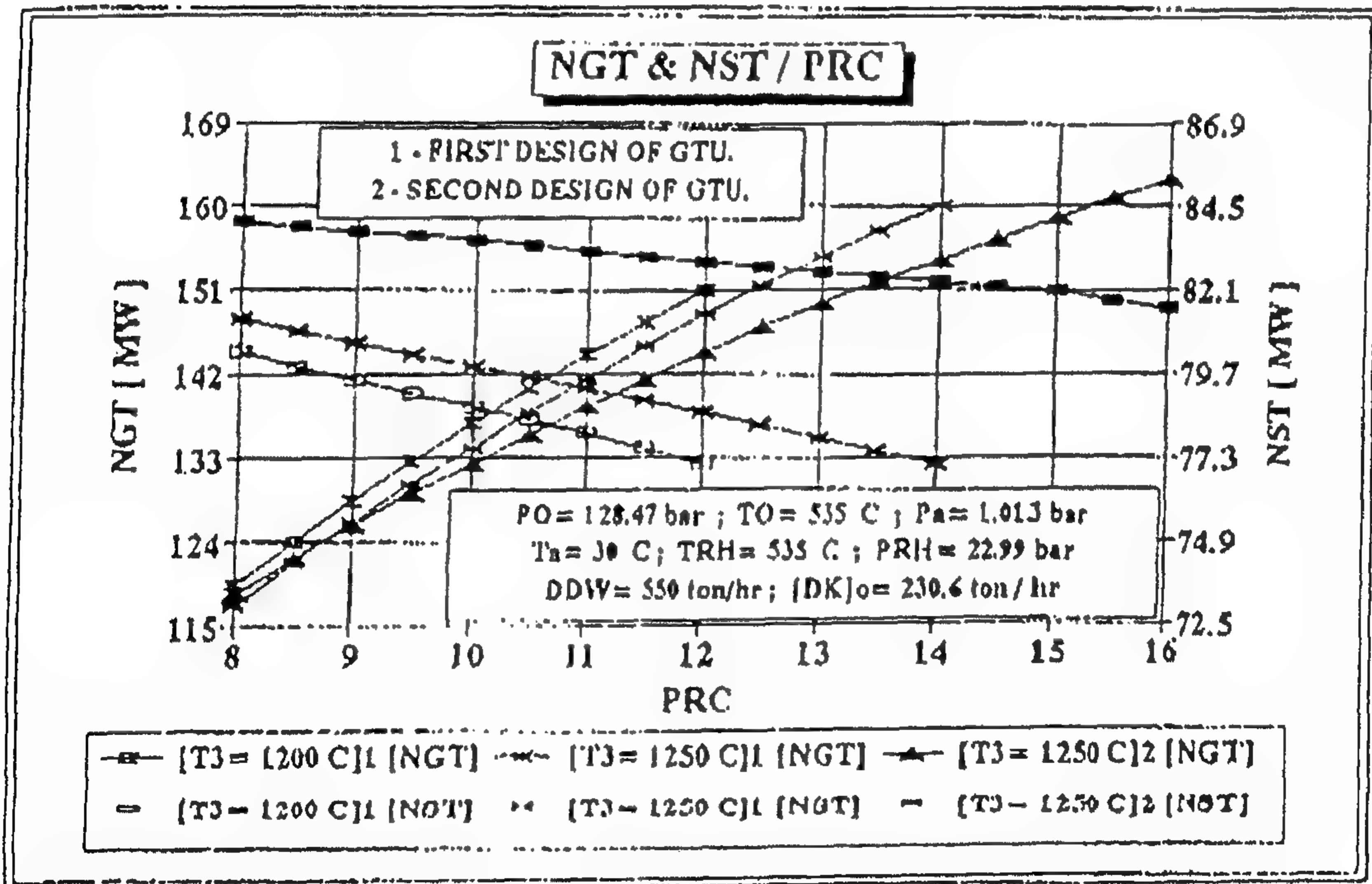
5 - نتائج دراسة الفاعلية للتصميم المدروس :

تم دراسة تأثير تصميم الوحدة التربينية الغازية والخواص التصميمية الأساسية السابقة الذكر أعلاه (الفقرة 4) على مقياس الفاعلية الإقتصادية للتصميم المدروس للمركز الكهروحراري المزدوج DBST (مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في الشبكة الكهربائية نتيجة لعملية الإنتاج المشترك للطاقة الكهربائية و مياه التحلية) . ويبين الشكل (3) تأثير نسبة الضغط للهواء (P/C) على مقدار التوفير في كمية الوقود من العلاقة (1) عند درجات حرارة إبتدائية مختلفة للغازات (T3) قبل التربين الغازية . حيث يلاحظ من الشكل إرتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة مع زيادة نسبة الضغط . والسبب في ذلك يمكن تفسيره الى إرتناع كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للمركز الكهروحراري نتيجة لزيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية الغازية NGT بمقدار أكبر من الإنخفاض في كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية NST (الشكل (4)) . ومن ثم زيادة كفاءة المركز الكهروحراري على إنتاج الطاقة الكهربائية . وعند ثبوت نسبة الضغط وإرتناع درجة الحرارة الإبتدائية للغازات قبل التربين الغازية يلاحظ من الشكل (3) زيادة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة . ويمكن تفسير ذلك في هذه الحالة إلى زيادة مقدار الشغل النوعي للوحدة التربينية الغازية وإرتناع درجة حرارة غازات الاحتراق بعد التربين الغازية . مما يؤدي ذلك الى إنخفاض كمية غازات الاحتراق المطلوبة في المرحل لإنتاج كمية البخار اللازمة للوحدة التربينية البخارية . ومن ثم هبوط معدل إستهلاك الوقود للمركز الكهروحراري بمقدار أكبر من الإنخفاض في الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية الغازية (الشكل (4)) .

ويبين الشكل (3) إرتناع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة DBST في حالة إستخدام التصميم المدروس الثاني للوحدة التربينية الغازية في المحطات والمراكز الكهروحرارية المزدوجة ثنائية الضغط مقارنة مع التصميم المدروس الأول لهذه الوحدة . والسبب في ذلك يعود الى زيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية (الشكل (4)) وإرتناع مقدار الشغل النوعي للوحدة التربينية الغازية . مما يؤدي الى إنخفاض معدل إستهلاك الوقود للوحدة التربينية الغازية بمقدار أكبر من الهبوط في الطاقة الكهربائية المنتجة لهذه الوحدة (الشكل (4)) . وكذلك يلاحظ من الشكل (3) هنالك قطع في نهاية المنحنيات في حالة التصميم المدروس الأول



الشكل (3) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) مع نسبة الضغط للهواء في الوحدة التربينية الغازية (PRC) عند قيم مختلفة لدرجة الحرارة الابتدائية للغازات (T3).



الشكل (4) علاقة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية (NST) والغازية (NGT) مع نسبة الضغط للهواء في الوحدة التربينية الغازية (PRC) عند قيم مختلفة لدرجة الحرارة الابتدائية للغازات (T3).

NGT . ويمكن تفسير ذلك الى إرتفاع درجة حرارة غازات الاحتراق بعد التربيننة الغازية . مما يؤدي ذلك إلى زيادة كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل (الشكل (5)) وإنخفاض كمية غازات الاحتراق المطلوبة في المرجل لإنتاج كمية البخار اللازمة للوحدة التربيننية البخارية بمقدار أكبر من الزيادة في الشغل النوعي للوحدة التربيننية الغازية .

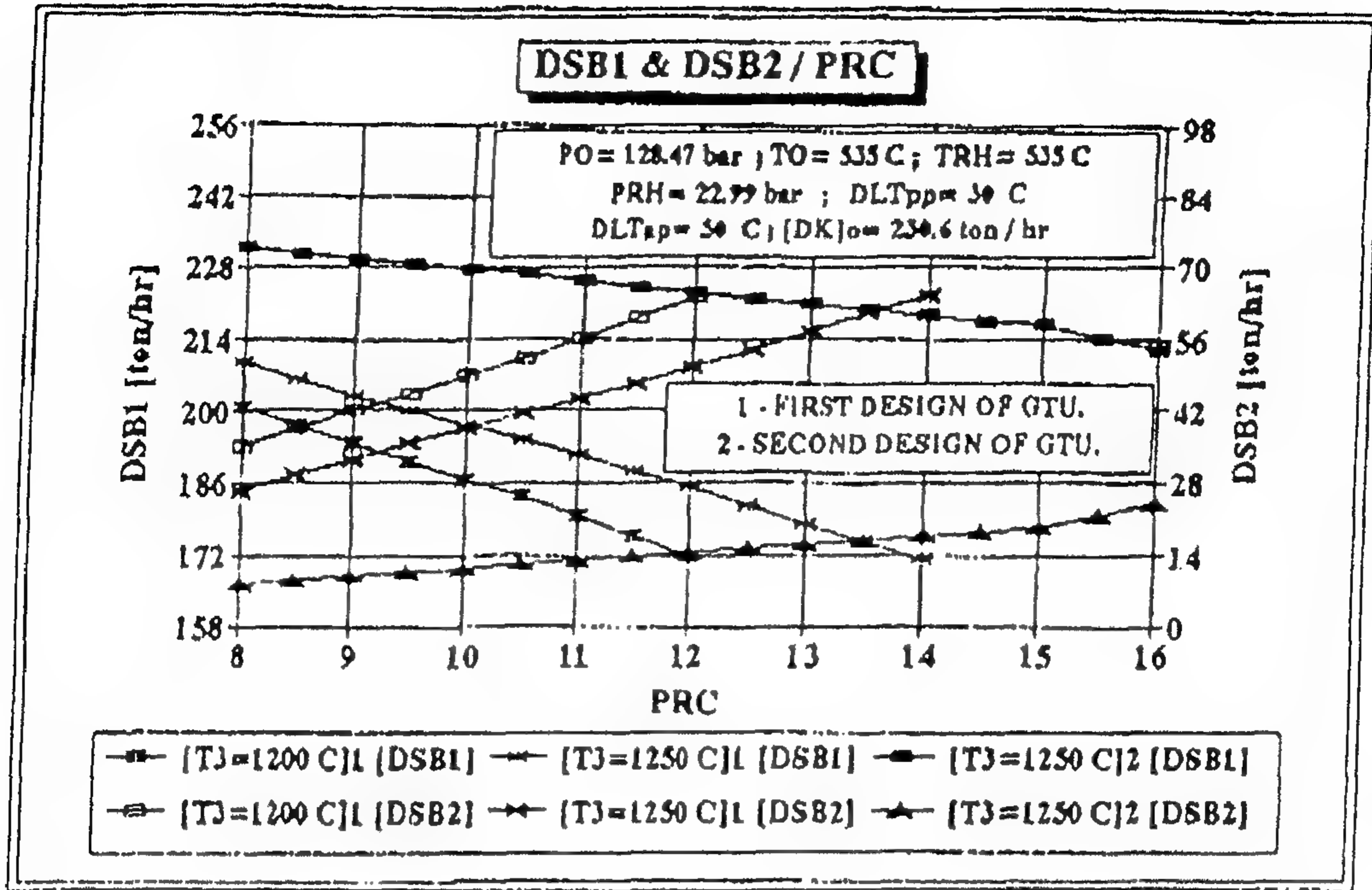
وكذلك تم دراسة تأثير خواص الوحدة التربيننية الغازية على كمية البخار المنتجة في مرحلتى الضغط من المرجل . حيث يلاحظ من الشكل (5) عند ثبوت نسبة الضغط للهواء وزيادة درجة الحرارة الابتدائية للغازات إرتفاع كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل DSB1 . وذلك بسبب زيادة كمية الطاقة الحرارية المتاحة لإنتاج البخار في هذه المرحلة نتيجة لإرتفاع درجة حرارة الغازات بعد التربيننة الغازية . ويلاحظ كذلك هبوط كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المنخفض من المرجل DSB2 مع إرتفاع درجة الحرارة الابتدائية للغازات قبل التربيننة الغازية . والسبب في ذلك يمكن تفسيره إلى إنخفاض درجة حرارة غازات الاحتراق بعد موفر مرحلة الضغط المرتفع من المرجل نتيجة لزيادة كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين مياه التغذية لهذه المرحلة من المرجل . وعند زيادة نسبة الضغط للهواء وثبوت درجة الحرارة الابتدائية للغازات يلاحظ من الشكل (5) هبوط كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل . وذلك بسبب إنخفاض كمية الطاقة الحرارية المتاحة لإنتاج البخار في هذه المرحلة . أما كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المنخفض من المرجل فإنها تزداد مع إرتفاع نسبة الضغط للهواء . والسبب في ذلك يعود إلى إنخفاض كمية مياه التغذية اللازمة لمرحلة الضغط المرتفع من المرجل . ومن ثم إرتفاع درجة حرارة غازات الاحتراق بعد موفر هذه المرحلة من المرجل . وبالتالي زيادة كمية الطاقة الحرارية المتاحة لإنتاج البخار في مرحلة الضغط المنخفض من المرجل .

تأثير كمية مياه التحلية المنتجة DDW وكفاءة المحطة التعويضية EST لإنتاج الطاقة الكهربائية على مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة DBST مبين في الشكل (6) . حيث يلاحظ من الشكل إرتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة مع زيادة كمية مياه التحلية المنتجة . والسبب في ذلك يمكن تفسيره الى إرتفاع كمية الطاقة الحرارية المجهزة لوحدة التحلية بمقدار أكبر من الإنخفاض في كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربيننية البخارية (نتيجة لإرتفاع

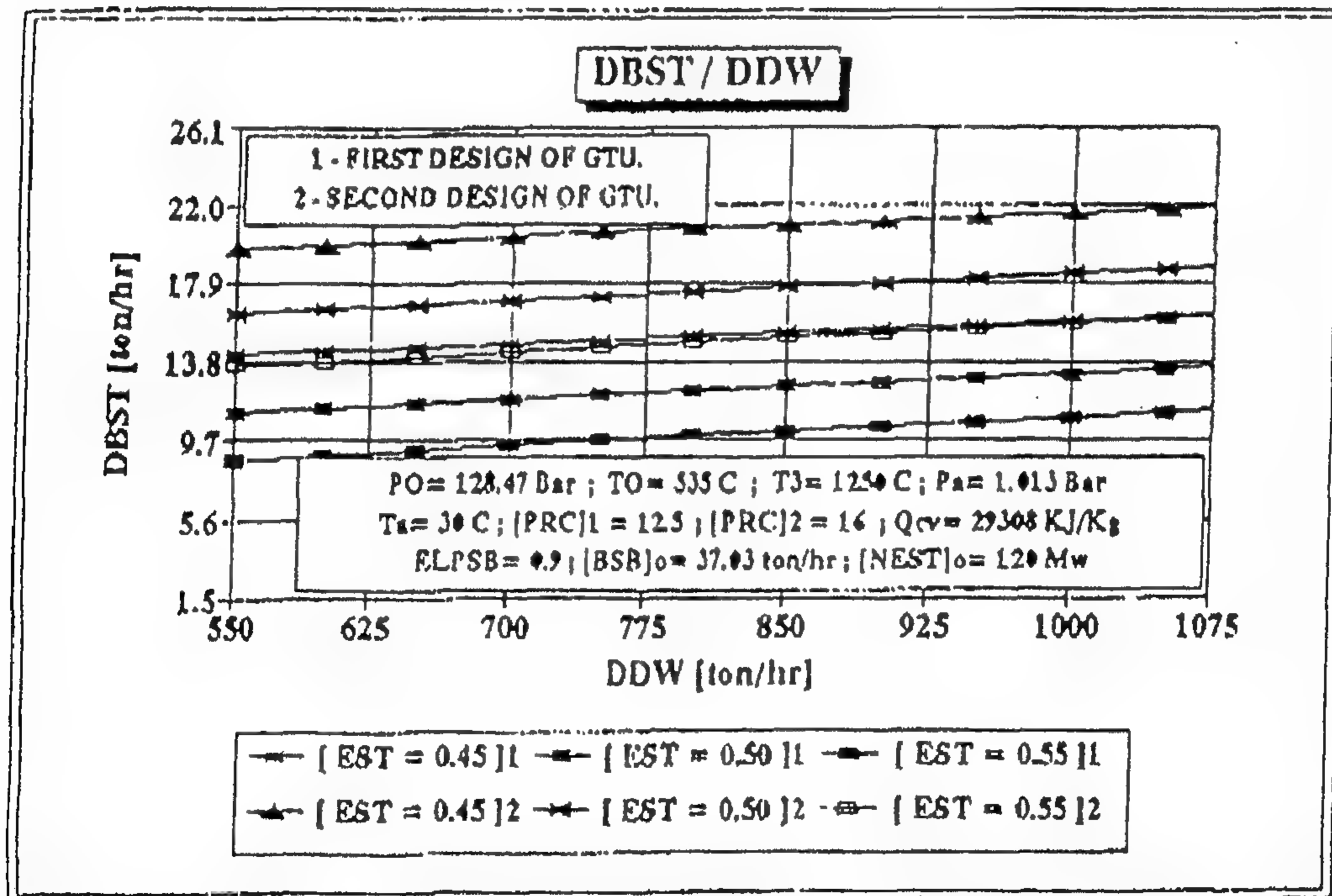
للوحدية التربينيه الغازية . وسبب ذلك يمكن تفسيره إلى عدم توافق شروط إنتاج البخار في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل كنتيجة لانخفاض درجة حرارة الغازات بعد التربينيه الغازية مع زيادة نسبة الضغط للهواء في هذه الوحدة.

تأثير الخواص الثيرموديناميكية الأساسية للوحدة التربينيه الغازية على مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدات التربينيه الغازية والبخارية مبين في الشكل (4). حيث يلاحظ من الشكل إرتفاع كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينيه الغازية NGT مع زيادة نسبة الضغط للهواء في هذه الوحدة. وذلك بسبب إرتفاع كمية الغازات المطلوبة لإنتاج كمية البخار اللازمة للوحدة التربينيه البخارية وزيادة مقدار الشغل النوعي للوحدة التربينيه الغازية مع إرتفاع نسبة الضغط للهواء (وذلك في المجال المدروس لهذه النسبة). ويبين الشكل (4) هبوط كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينيه البخارية NST مع زيادة نسبة الضغط للهواء. والسبب في ذلك يعود إلى إنخفاض كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل DSB (الشكل (5)). ومن ثم هبوط مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة لإسطوانة الضغط المرتفع (HPT) من التربينيه البخارية. تأثير درجة الحرارة الابتدائية للغازات على مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة للمركز الكهربائي المزدوج مبين في الشكل (4). حيث يلاحظ من الشكل إنخفاض مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينيه الغازية مع إرتفاع درجة الحرارة الابتدائية للغازات قبل التربينيه الغازية. والسبب في ذلك يرجع إلى إرتفاع درجة حرارة الغازات بعد التربينيه الغازية. ومن ثم إنخفاض كمية الغازات المطلوبة لإنتاج كمية البخار اللازمة للوحدة التربينيه البخارية بمقدار أكبر من الزيادة في مقدار الشغل النوعي للوحدة التربينيه الغازية. أما تأثير إرتفاع درجة الحرارة الابتدائية للغازات على كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينيه البخارية فهو زيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة لهذه الوحدة . وذلك بسبب إرتفاع كمية البخار المنتجة في مرحلة الضغط المرتفع من المرجل (الشكل (5)). ومن ثم زيادة مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة لإسطوانة الضغط المرتفع (HPT) من التربينيه البخارية.

وكذلك يبين الشكل (4) عند ثبوت الخواص الثيرموديناميكية المدروسة للوحدة التربينيه الغازية فإن إستخدام الإحتراق المتتابع في هذه الوحدة يؤدي إلى زيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينيه البخارية NST و هبوط كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينيه الغازية



الشكل (5) علاقة كمية البخار المنتجة في مرحلتي الضغط للمرجل مع نسبة الضغط للهواء في الوحدة التربينية الغازية (PRC) عند قيم مختلفة لدرجة الحرارة الابتدائية للغازات (T3).



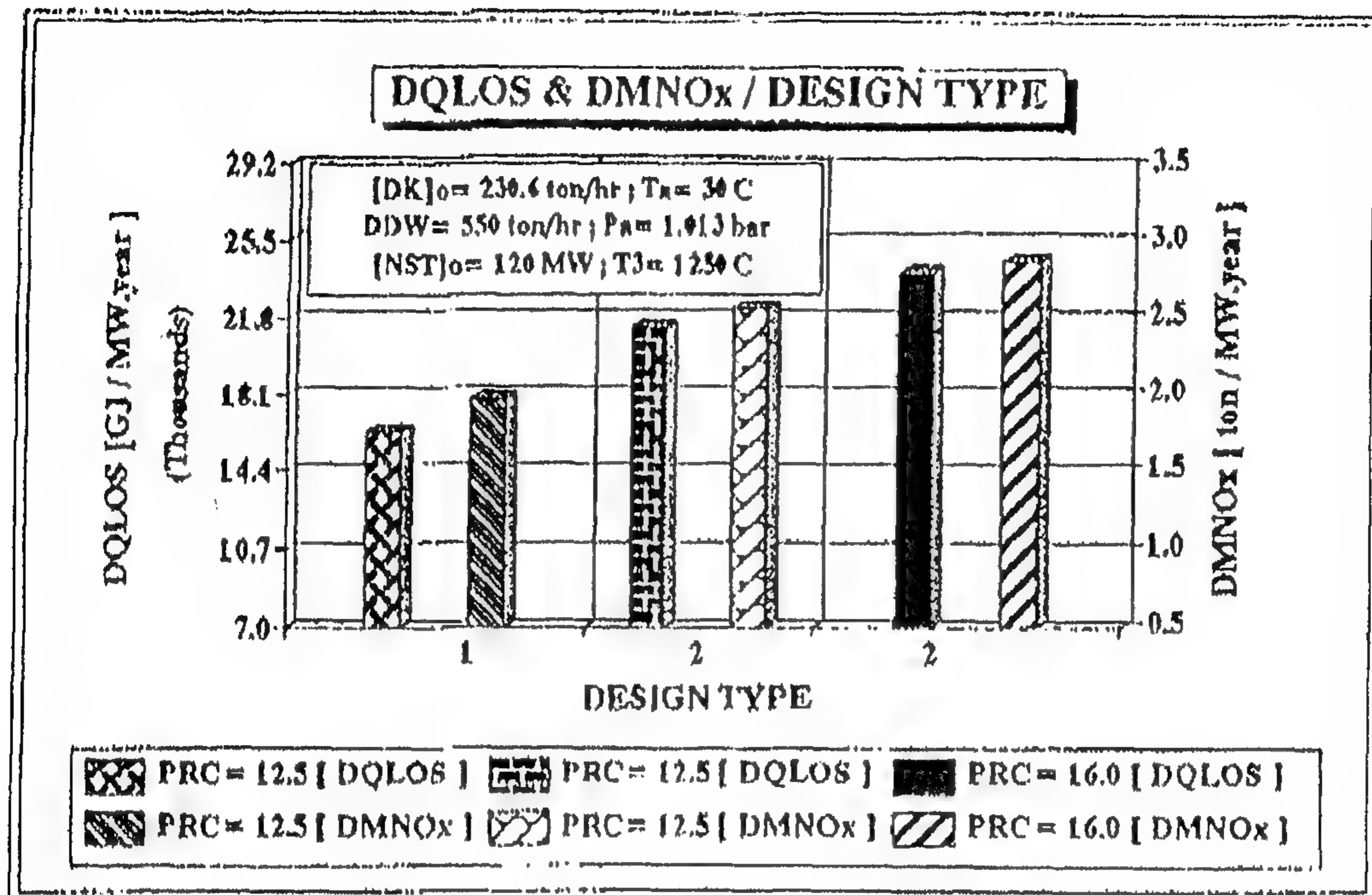
الشكل (6) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) مع كمية مياه التحلية المنتجة (DDW) عند قيم مختلفة لكفاءة المحطة التعويضية (EST).

كمية البخار المستزفة من التربيننة البخارية). مما يؤدي ذلك الى زيادة كمية الوقود المستهلكة في عملية الإنتاج المنفصل لنوعي الطاقة (الكهربائية والحرارية). وعند ثبوت كمية مياه التحلية المنتجة وزيادة كفاءة المحطة التعويضية يلاحظ من الشكل (6) هبوط مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة . وذلك بسبب انخفاض معدل إستهلاك الوقود على إنتاج الطاقة الكهربائية في المحطة التعويضية . وكذلك يبين الشكل (6) زيادة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة عند استخدام التصميم المدروس الثاني للوحدة التربينية الغازية مقارنة مع التصميم المدروس الأول لهذه الوحدة . والسبب في ذلك يعود الى هبوط معدل إستهلاك الوقود في المركز الكهربوحراري المزدوج على إنتاج الطاقة الكهربائية.

وقد تم دراسة الفاعلية البيئية لتصميم المركز الكهربوحراري المزدوج المدروس وتأثير تصميم الوحدة التربينية الغازية على هذه الفاعلية . حيث يلاحظ من الشكل (7) مقدار الانخفاض في كمية أكاسيد النتروجين (DMNOx) والطاقة الحرارية (DQLOS) المطروحة للوسط المحيط نتيجة لإستخدام التصميم المقترح للمركز الكهربوحراري المزدوج مقارنة مع عملية الإنتاج المنفصل للطاقة الكهربائية ومياه التحلية . والسبب في ذلك يمكن تفسيره الى هبوط معدل إستهلاك الوقود لإنتاج نوعي الطاقة (الكهربائية والحرارية) في التصميم المدروس للمركز الكهربوحراري المزدوج وانخفاض كمية غازات الاحتراق والطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط . وكذلك يلاحظ من الشكل (7) زيادة مقدار الانخفاض في كمية أكاسيد النتروجين (DMNOx) والطاقة الحرارية (DQLOS) المطروحة للوسط المحيط مع إرتفاع نسبة الضغط للهواء في الوحدة التربينية الغازية. وذلك بسبب زيادة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة وإرتفاع كفاءة المركز الكهربوحراري المزدوج على إنتاج هذه الطاقة . ومن ثم زيادة معدل إستهلاك الوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية في المحطة التعويضية . مما يؤدي الى إرتفاع كمية غازات الاحتراق والطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط في عملية الإنتاج المنفصل لنوعي الطاقة .

وكذلك يبين الشكل (7) الفاعلية البيئية لإستخدام الوحدات التربينية الغازية ذات الاحتراق المتتابع (التصميم المدروس الثاني) في المحطات والمراكز الكهربوحرارية المزدوجة . حيث بلغ أدنى مستوى من الزيادة في مقدار الانخفاض في كمية أكاسيد النتروجين والطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط 31 % مقارنة مع إستخدام التصميم المدروس الأول للوحدة التربينية

الغازية . والسبب في ذلك يعود الى ارتفاع كفاءة المحطة المزدوجة أو المركز الكهروحراري المزدوج . ومن ثم هبوط معدل إستهلاك الوقود في المحطة المزدوجة أو المركز الكهروحراري المزدوج على إنتاج الطاقة الكهربائية .



الشكل (7) علاقة مقدار الانخفاض في كمية الطاقة الحرارية (DQLOS) وأكاسيد النتروجين (DMNO_x) المحترقة للوسط المحيط مع تصميم الوحدة التربينية الغازية عند قيم مختلفة لنسبة الضغط للهواء (PRC) في هذه الوحدة .

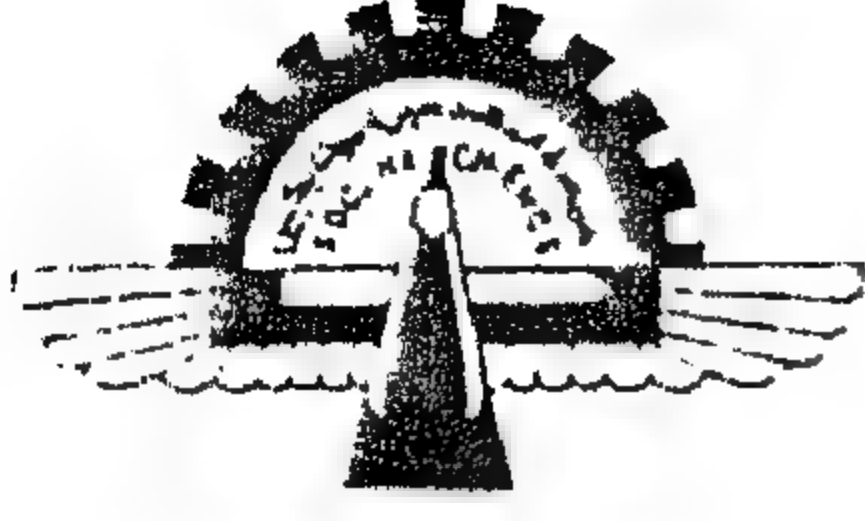
6 - خلاصة النتائج و التوصيات :

نتائج دراسة فاعلية التصميم المقترح للمركز الكهروحراري المزدوج تشير إلى :
 1.6 - الفاعلية الاقتصادية والبيئية لإستخدام الدورة المزدوجة الثنائية الضغط في تطوير المحطات البخارية التكثيفية إلى مراكز كهروحرارية . حيث بلغ مقدار التوفير الأدنى في كمية الوقود المستهلكة 554.4 ton/year لكل MW من الطاقة الكهربائية المنتجة للمحطة البخارية . وطبقا لذلك

(REFERENCES) المصادر المستخدمة

1. MAHMOOD ASGAR (1997)
Combined Cycle Power Plant at Alba / Arab Electricity 97 Conference in Manama ,
Bahrain , From 3 : 5 March , 1997 .
2. CMI (1995)
First Combined Cycle in Saudia Arabia / CMI , Energy Division , Avenuc Greiner - 1 ,
B - 4100 , Seraing , Belgium.
3. MIRO R. SUSTA & PETER LUBY (1997)
Combined Cycle Power Plant Efficiency : a prognostic extrapolation / Modern Power
Systems , pp. 21 : 24 , April , 1997 .
4. WATER DESALINATION INTERNATIONAL (1998)
Cost of Water Verse Cost of Energy to Produce Fresh Water / Information @
waterdesalination.com (Internet Communication).
5. Cogeneration Plant with Desalination (1995)
CMI , Energy Division , Avenue Greiner - 1 ,B - 4100 , Seraing , Belgium.
6. SVEN ERLANDSSON (1997)
Small Cogeneration for Efficiency Improvement / Cogeneration and Competitive
Power Journal (USA) , Vol. 12 , No. 1 , pp. 47 : 61 .
7. KACHAN A.D. , LENKOV A.M. (1991)
Thermal and Nuclear Power Station. A Study aid for Higher School Graduates /
Minsk, Vish. Shkola , 336 pp. .

8. HUSSAIN ABED ALI (1986)
600 Mw powerful Thermal Power Station for IRAQ Conditions / Diploma Thesis,
Thermoelectric Power Station Department, Byelorussian Polytechnic Institute ,
Minsk - USSR .
9. HUSSAIN ABED ALI (1998)
The Economical Effectiveness of Using The Modern Technology To Solve Energy
and Environmental Problems / The Third Workshop on Energy and Environment ,
IEF , 20 : 21 October 1998 , Tripoli , LIBYA .
10. ARDEN B.W. (1995)
Power Plant Topping Cycle Repowering / Energy Engineering (USA) , Vol. 92 ,
No. 5, pp. 49 : 71 .
11. AMINOV R.Z. & KLEBALEN U.M. (1989)
Cogeneration Steam Power Plants and Their Exploitation /
Moscow , Vish. Shkola , 256 pp. .
12. ARSENYEV I.V. & TYRYSHKIN V.G. (1989)
Gas Turbine Plants / Leningrad , Mashinostroenie , 543 pp. .
13. VOINOV A.P. & KUPERMAN L.E. (1989)
Heat Recovery Steam Boilers / Moscow , Energia , 272 pp. .
14. TAUBMAN E.I. & PASTUSHENKO B.C. (1990)
Multistage Flash Boiling Plants and Process / Moscow , Energiya , 184pp.
15. LUTHI (1994)
The ABB GT24/26 Gas Turbine Family with Sequential Combustion /
PowerGen Europe Conference , Vol. 9 , May 1994 , Köln , Germany .



جمعية المهندسين المصيرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الالفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

احتياج الهندسة الميكانيكية لتكنولوجيا مدمجة

4/6

منظم التدريب كنموذج للتقنيات الخطية

مهندس / محمد محمود قرقر

The gas turbine controller as an example of hybrid technologies

By Engineer Mohammed Korkor
Turbine specialist

1- Introduction

The gas turbine controller had begun as a purely mechanical one and in the course of years other technologies were introduced. Now this controller represents an excellent example of hybrid technologies in a masterpiece of mechanical, electrical, hydraulic, electronic and informatic components. This paper tries to send a message for both designers and maintenance engineers. All what is calculation, whether mathematical or logic should be done in software, within the microprocessor or the computer. Measurements (inputs) and commands (outputs) are to be interfaced to the microprocessor. The mechanical, hydraulic or even electronic components are to be a minimum.

2- control functions

The development of gas turbine control functions has tightly followed the development in control circuit technology. It started with the simple speed regulation and ended with a long list :

1) Control of sequences:

Specially of starting and shut-off, which culminated with a complete turbine operation autonomy or unattended operation.

2) Measurement of important variables that concern :

a-Safety :

Measurements of rotor speed, gas temperature at the turbine outlet, oil pressures and temperatures at different critical points, etc.

b-Economy :

Measurement of output power, fuel consumption, etc.

c-Quality :

Measurement of output frequency for turbogenerators, of starting time for emergency and peaking units.

d) Emissions :

For environment protection, emissions of C, CO, SOx, NOx and the unburned hydrocarbons measurements are recently introduced.

3) Display :

Important parameters are displayed for the attention of the operator. This is the first step of protection. Displaying could be divided into two main categories :

- a) Continuous displaying : with the help of analog displays, digital displays and computer monitors.
- b) Selective displaying : using channel selectors, computer monitors, etc.

4) Alarm :

This is the second step of protection against parameters exceeding specific thresholds. The thresholds are chosen such as to leave a sufficient chance for intervention and correction of the situation by the operator, without turbine shut down. The alarm could be visual or audible. It could be local in the turbine cell or remote at the control room.

5) Automatic trip:

It is the last recourse in the turbine protection. We should refrain from much tripping and use it only in really necessary conditions. It costs much in terms of production loss and in terms of machine life. Machine life is calculated by the number of operation hours and the number of starts duly combined. The tripping threshold is chosen such that the turbine is not yet damaged, but there is no more a chance for intervention on line to avoid damage.

6) Regulation :

It is maintaining a parameter between two fixed limits. Generally, this is done for the parameters related to quality and for contract parameters. Examples are the electrical generator output frequency.

7) Limitation :

It is maintaining a parameter under or over a certain limit. Generally it is applied to safety parameters, such as gas temperature at the turbine inlet, the principal hydraulic pump output pressure, etc.

8) Registering :

Modern control systems register certain measured parameters for subsequent analysis.

9) Analysis of registered data : this represents a managerial aid, because it helps to conclude upon :

- The unit efficiency , hence the state of internal components, hence the establishment of the maintenance plan.
- The efficiency of operation and loading policy.
- The design validity, hence the manufacturer competence. This is important for future procurements and the establishment of the list of agreed suppliers and the weighting factors.
- The management of spare parts in order to minimize the cost of acquisition and storage of spare parts and the production loss due to unit down time.

10) Self diagnostics :

With the advent of artificial intelligence and expert systems, the control systems are now able to display the fault, the possible causes and the recommended intervention.

11) Reporting :

In order to integrate the turbine control system in the company management system.

2- Design of gas turbine control system

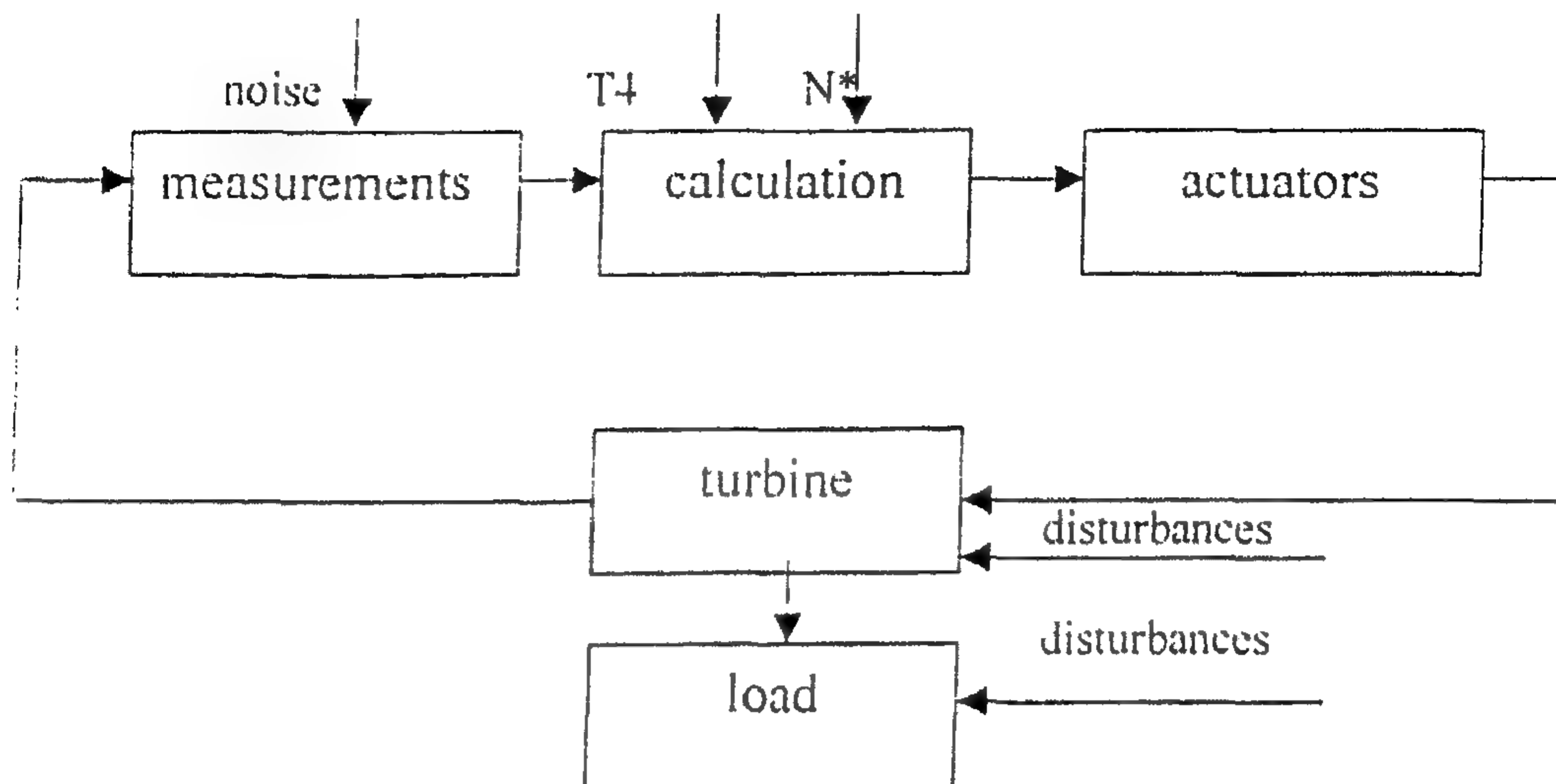


Figure 1 Gas turbine control system.

The control system consists of three modules :

a) Measurement module

Measurements have started purely mechanical, as the computation itself was mechanical. Then appeared the measurements of electric output which were easy to interface to the electronic analog calculator and then to the digital calculator.

b) Calculation module

* Mathematical calculation :

It started mechanical then became successively : hydromecanical, electronic analog then digital then computer based.

* Logic calculation :

The logic calculation also passed by many steps of technological development :

- 1-Mechanical logic.
- 2-Electric logic with wiring and switches.
- 3-Solid-state discrete-elements logic (diodes and transistors).
- 4-Integrated-circuit logic gates : AND, OR, NOR, NAND,..etc.
- 5- then appeared other sequence control elements such as flip-flops, timers, counters, shift registers, hardware-realized mathematical functions .
- 7- PLC (Programmable Logic Controller) :

The pneumatic controllers dominated the sequence control for about 40 years, till the PLCs replaced them. A PLC may use an electropneumatic, electrohydraulic or

solenoid valve to drive a hydraulic or pneumatic cylinder which do the job of a mechanical interface which produces the mechanical displacement.

The PLC is mainly a sequence controller, universal and programmable. There are specialized companies which assume the job of design, manufacture, development of complicated circuits for logic calculation. They offer us controllers, ready made, tested, validated, qualified and approved. They are mass-produced hence inexpensive. The design engineer of control systems is thus spared of the tedious and uncertain work of designing these circuits out of discrete elements mentioned above. He will rather obtain ready made reliable inexpensive and compact circuit. Moreover, he will save time.

However, the user or the system designer has still to:

- study the process and analyze the system to be controlled.
- Select the suitable PLC.
- Write the control program .
- Load the program to the PLC.
- Test the performance of the PLC control system.
- Solve the adaptation problems which rise up.

At first, PLC programming was done using special machines, now it is done by PCs. Now, PLCs would contain multiple microprocessors and huge memories. They have become real controllers capable of sequence control and continuous process control. 8-software logic realized by computers.

c) Actuation module

Actuators are generally a sort of converters and amplifiers. They convert energy from one form to another and amplify the calculator output signal which is generally of low power to give it a high power sufficient to manipulate energies sometimes very huge. Amplification could be done at several stages.

3- Mechanical governor

The pure mechanical governor, used flyweights to detect shaft speed. When the speed increases, the centrifugal force increases, the weights get farther from the rotation axis and the valve rod mounts against the spring in order to reduce the fuel flow and restore the regulated value of the speed.

$$mc = f(x)$$

Where

mc = fuel flow.

x = position of the fuel throttle valve.

x = f(N)

N = turbine shaft rotation speed.

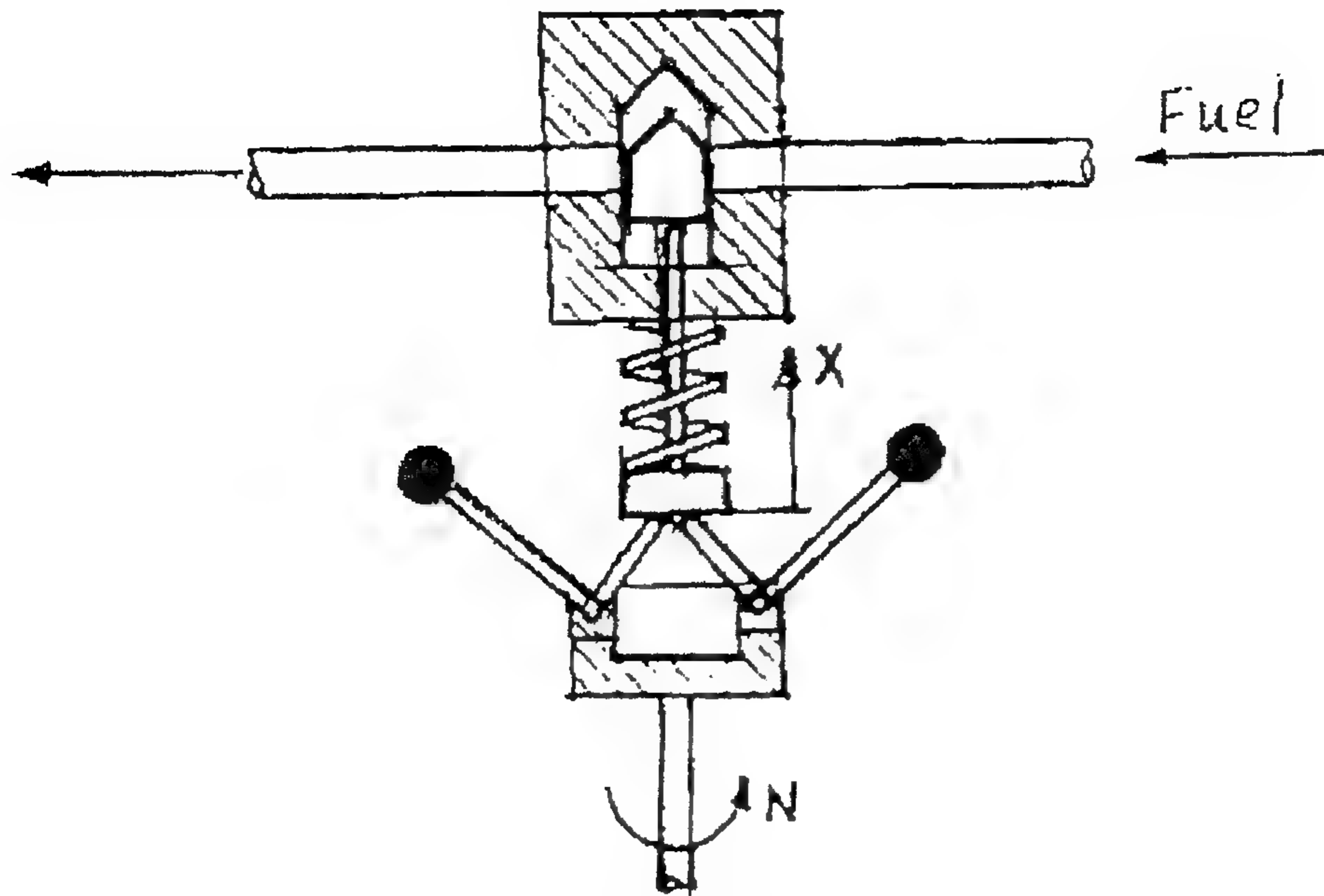


Figure 2 Pure mechanical governor for gas turbine.

Figure 2 illustrates a pure mechanical governor with one input (measurement) , which is the shaft speed and one output (command), the fuel flow. The analog calculation is mechanical. This system was really too simple and it was necessary to complement it to take account of the following points :

- Fuel air ratio scheduling to avoid flame out by lean mixture or rich mixture at acceleration or deceleration. It was necessary to consider the air flow rate together with the fuel flow rate.
- Reduction of thermal stresses in the hot parts, in case of too rapid temperature increase of hot gases at starting or at acceleration.
- Avoid compressor stall at acceleration, therefore it was necessary to take into account the relation between air pressure at the compressor exit P_2 , air flow \dot{m}_a , and the compressor shaft speed N .
- Limitation of gas temperature at the turbine inlet. Since it is difficult to measure gas turbine entry temperature (TET) directly, the gas temperature at the turbine exit was measured and TET was calculated.

So, it was necessary to introduce more measurements (T_2 , P_2 , N_1 , N_2 , T_4 , etc.) into the process control. It was logic also to make use of more commands :

- First, because the number of commands should be obligatorily equal to or more than the number of regulated parameters.
- Second, in order to refine the control quality and improve the process efficiency.
- Third, the requirements of protection against compressor stall, flame out, overheat, have imposed the introduction of supplementary commands such as variable turbine stator blades, variable compressor inlet guide vanes IGV, compressor air bleed valve, etc.

All this had increased the complexity of the turbine construction and of the control

calculations also. The mechanical solution of control calculation was no longer able to meet these requirements. It was necessary to look for the help of hydraulics and pneumatics.

4- Hydromechanical governor

Here, it was possible to realize more control functions, specially, it was possible to realize a more complicated control law of higher efficiency, better quality and more safety.

Elements of hydromechanical computation.

4-1 Forces summator

the lever was used to get forces summation and subtraction. In the example of figure 3, the lever equilibrium will read :

$$L \cdot K \cdot X = L1 \cdot F1 + L2 \cdot F2 + L3 \cdot F3 - L4 \cdot F4$$

or

$$X = a1 \cdot F1 + a2 \cdot F2 + a3 \cdot F3 - a4 \cdot F4$$

Where :

$$a1 = L1/(L.K) , a2 = L2/(L.K) , a3 = L3/(L.K) , a4 = L4/(L.K).$$

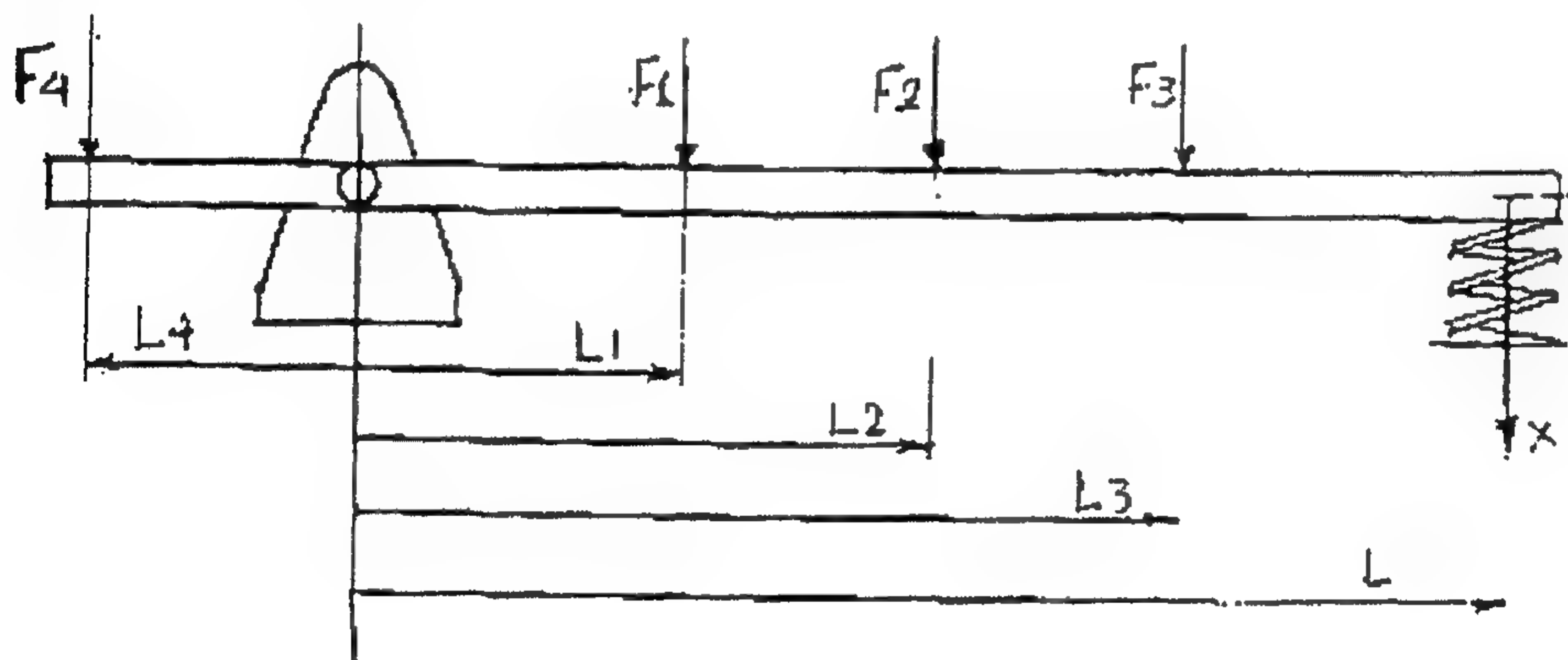


Figure 3 The lever makes the sum and the difference of forces.

4-2 Pressure difference

The bellows detects the difference between two pressures P1 and P2.

$$X = k \cdot (P2 - P1)$$

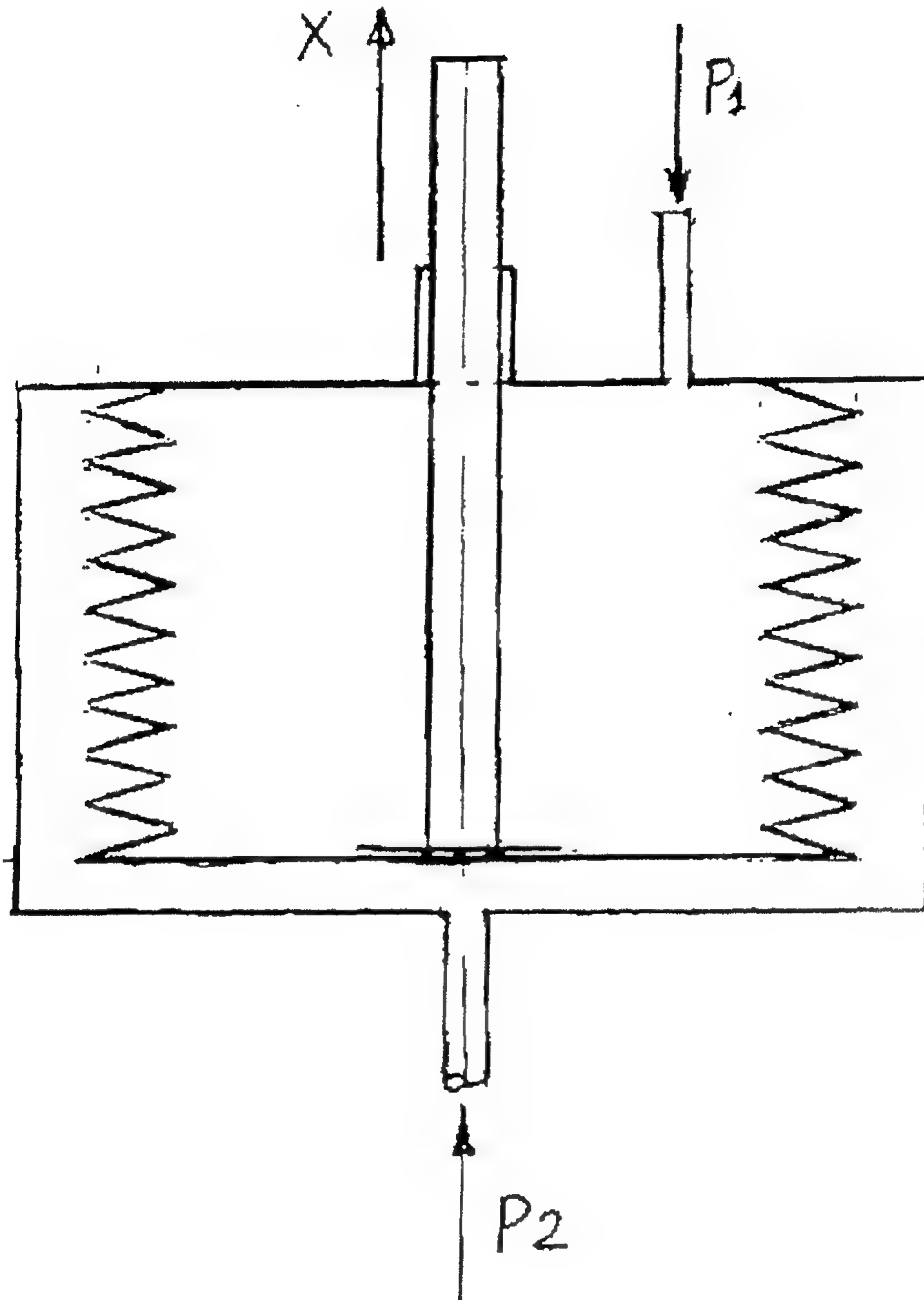


Figure 4 The bellows makes the difference between two pressures.

4-4 Hydraulic integration

The cylinder piston integrates the oil flow q to obtain the displacement x such that :

$$x = \int (q / A) \cdot dt$$

where A = cylinder section area.

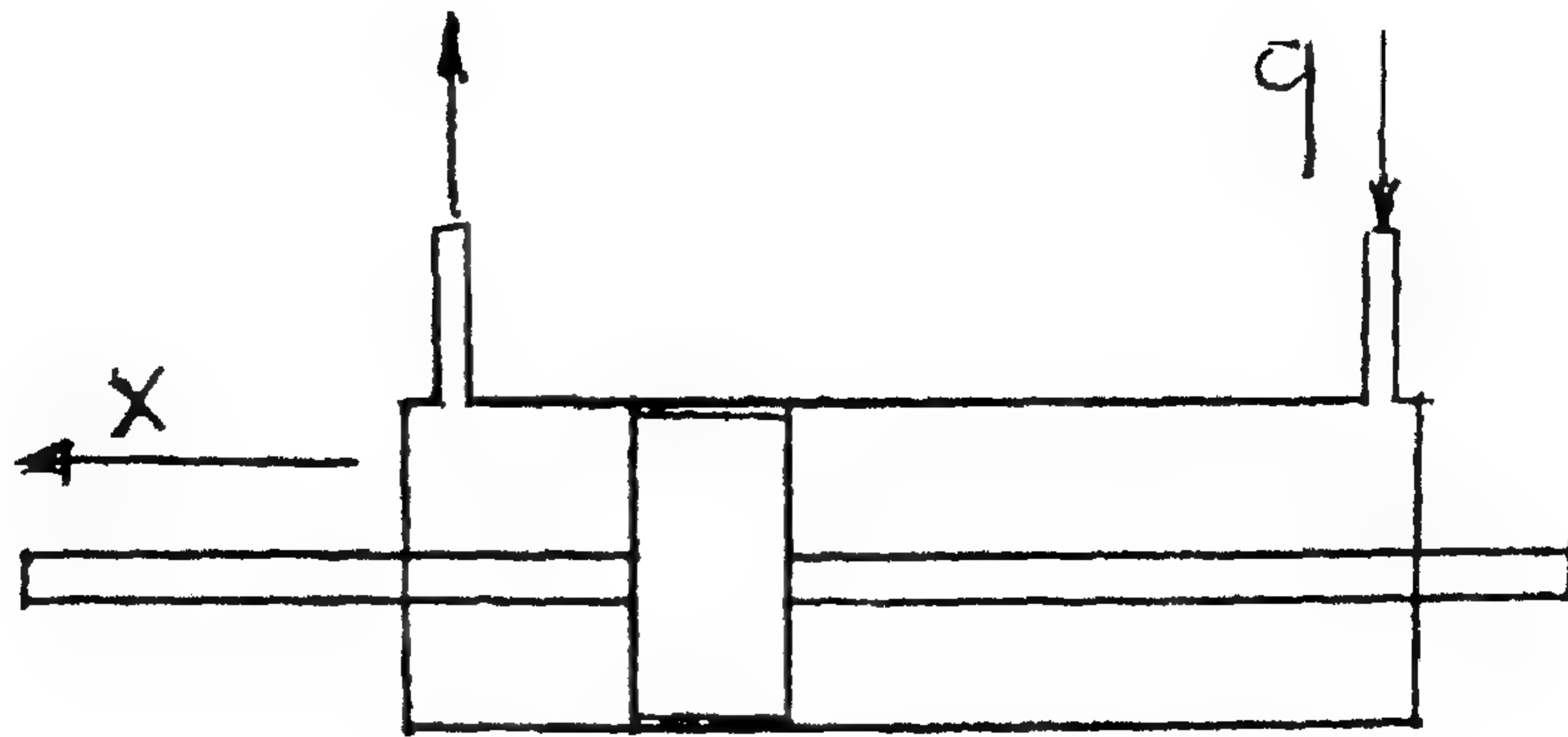


Figure 5 The hydraulic cylinder is an integrator.

4-4 The delay timer.

The delay timer was generally used to obtain a delay in the dynamic response.

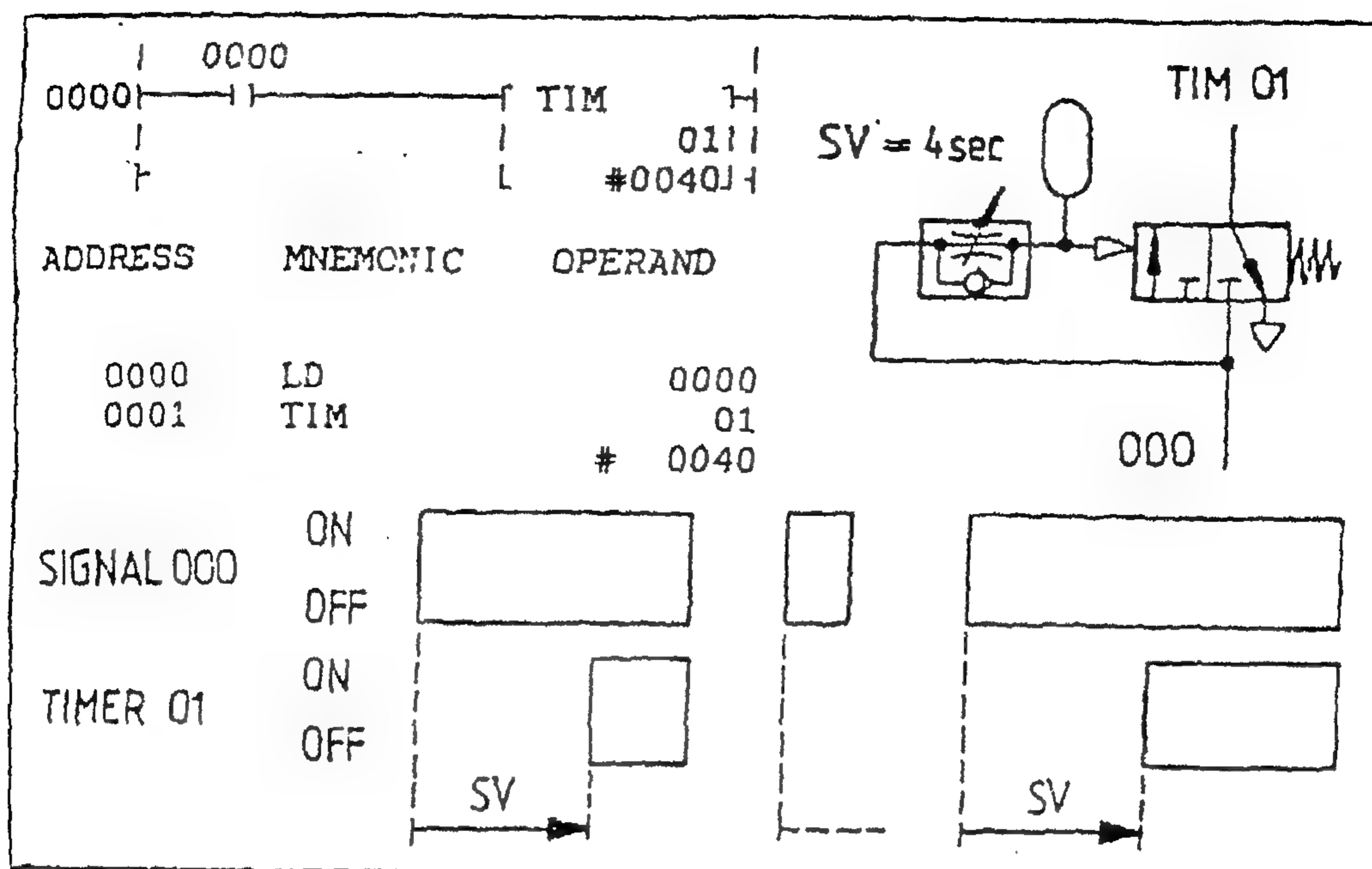


Figure 6 The delay timer.

Nevertheless, the hydromechanical governor had also its problems. When the functions required were increased, the governor became so complicated that it was more and more difficult to design, develop, modify, manufacture, test or maintain. In the sixties, the hydromechanical governor was behind 80% of the gas turbine troubles.

5-The analog electronic controller

The technology of electronic circuits has become more flexible than the technology of hydraulic or pneumatic circuits. It was possible to realize more complex control functions and more refined calculations.

The measurements are converted into electric signals and the calculation was done by analog electronic circuits, based mainly upon operational amplifiers.

The term "operational" was given in the origin to amplifiers which were incorporated in the calculation circuits used to realize operations like addition, derivation, integration, obtaining of logarithmic, quadratic, sinusoidal and arbitrary functions etc. It was the basic element in the analog calculators.

All calculations were done electronically, from the reception of the measurement signal up to the production of the (electronic) output signal (the command), which goes to the (mechanical) actuators. The transducers convert the physical signal to electronic signals whereas the servovalves, solenoids, motors, convert and amplify the electronic command signals into mechanical actions which modify and control the process i.e. the gas turbine.

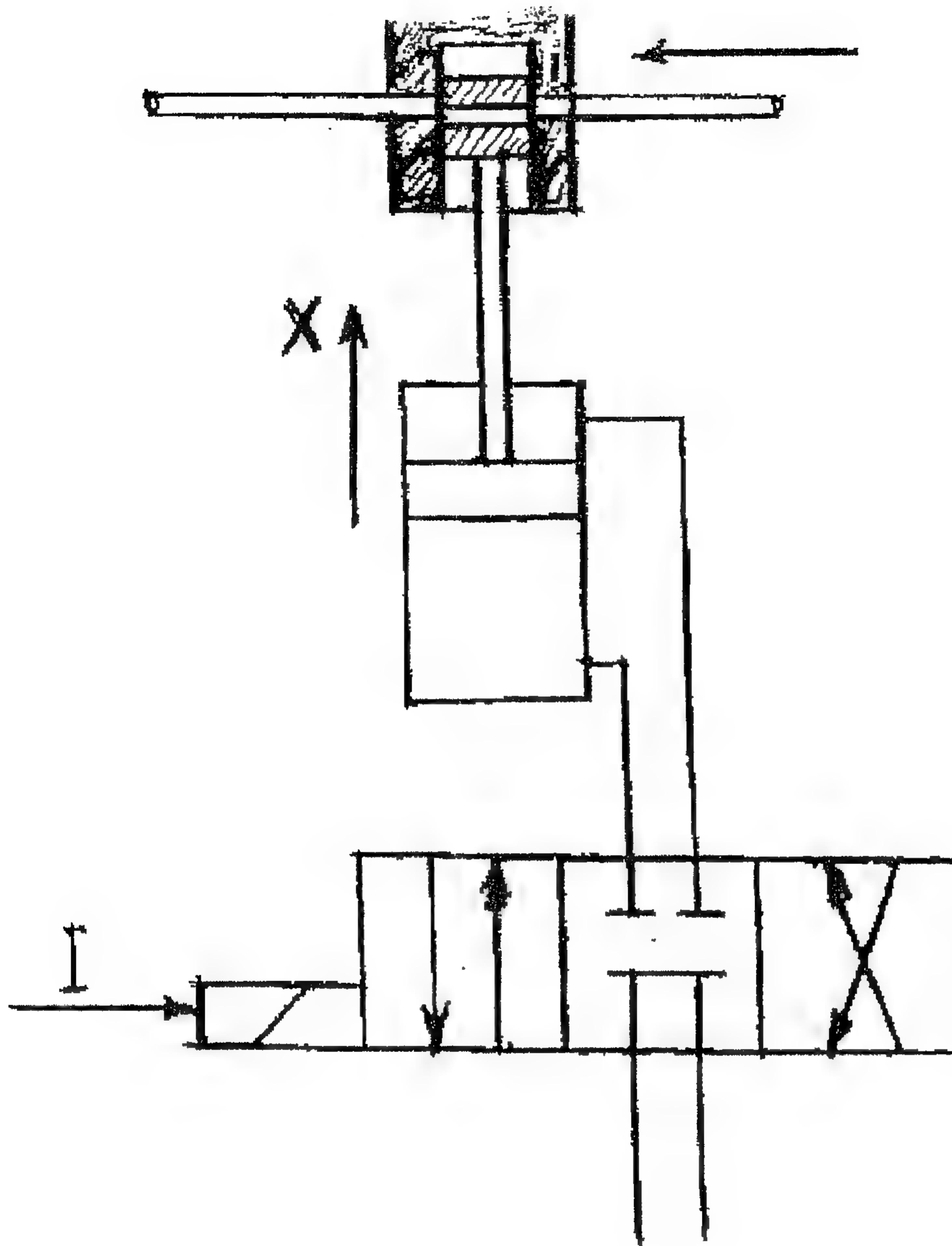


Figure 7 Command line, converting an electronic signal to mechanical action using a servovalve.

An example of the elements which assume the interface between the electronic and the mechanical components is the servovalve. It receives an electronic command signal devised by the electronic calculator and converts it into an amplified hydraulic signal which is able to drive the hydraulic cylinder piston, which, in its turn, controls the position x of the fuel control valve.

However, the electronic governor had its problems. Besides the electronic circuits reliability problems, there was the difficulty of design and modification. There was a problem of "versatility". Every modification in the control law for example, requires

a modification in the electronic hardware, hence a whole procedure of hardware prototype production, tests to verify the performance , long-period tests to evaluate and improve reliability , tests to validate the procedures and means of manufacture, etc.

6-Microprocessor-based controllers

Here, the control law is a software. This simplifies, to a far extent, the procedures of design, development, modification and adaptation.

At first, the software was kept on different categories of PROMs, which required, in the beginning, programming over special machines. At present, the microprocessor-based controllers are real computers. They are addressed with standard key-boards and they are connected to huge memories . This facilitated the functions of measurement registering. The calculation capabilities have much increased with the increase in the processor clock frequency. This made it possible to do the functions of real-time analysis (and of course of deferred-time analysis) of measured and stored data, in order to accomplish the diagnostic and give the decisions upon issues of operation and maintenance.

The display has also developed from the small single-line LED screens to cathode ray black-and-white screens to VGA color screens. The user-system interface has become really "user-friendly".

The modification in the factory of a certain function or law is done more easily, because one has just to change a constant, an equation or even a complete software. The validation of such a modification is done on the screen, since the computer will play the role of "software test bed". The software modification does not alter the hardware. So, it is not necessary to go on the long cycle of hardware circuit validation, with reliability and endurance tests. This has much reduced the development cost and saved time also. This accelerated the rate of development and application of new control principles. The gap between theory and application is reduced.

7-History of GE gas turbine controllers

1) Fuel regulator	1948 – 1970
2) Speedtronic Mark I	68 – 78
3) Speedtronic Mark II	75 – 82
4) Speedtronic Mark II with ITS	80 – 84
(ITS = Integrated Temperature System)	
5) Speedtronic Mark IV	1983
6) Speedtronic Mark V	1991

9-Speedtronic Mark V

Speedtronic Mark V control system makes increased use of modern microprocessors and has an enhanced system configuration. It uses SIFT technology (Software Implemented Fault Tolerance) for the control, a new tripple redundant protective module and a significant increase in hardware diagnostics. Standardized modular construction enhances quality, speed of installation, reliability and ease of on-line maintenance. The operator interface has been improved with color graphic displays and standardized links to remote operator stations and distributed control systems (DCS).

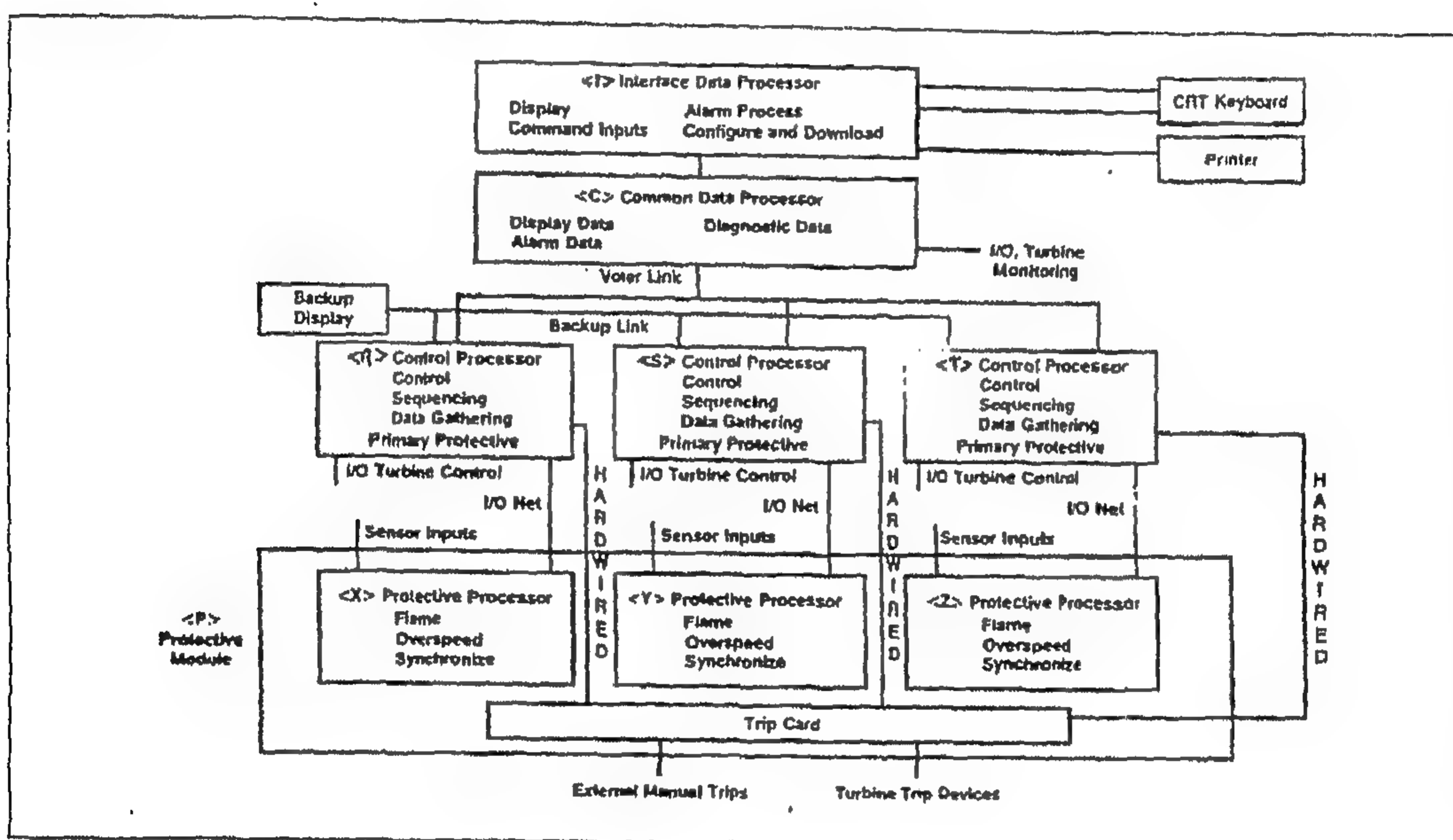


Figure 9 Standard control configuration

Figure 9 shows the standard speedtronic Mark V control system configuration. The top block in the diagram is the interface data processor, called <I>. It includes a monitor, keyboard and printer. Its main functions are driving operator displays, managing the alarm process, and handling operator commands. <I> also does system configuration and download, offline diagnostics for maintenance, and implements interfaces to remote operator stations and plant distributed control systems. The common data processor, or <C>, collects data for display, maintains the alarm buffers, generates and keeps diagnostic data, and implements common I/O for non critical signals and control actions. Turbine supervisory sensors such as wheel space thermocouples come directly to <C>. The <I> processor communicates with <C> using a peer-to-peer communication link which permits one or more <I> processors. <C> gathers data from the control processors by participating on the voting link.

At the core of Speedtronic Mark V are the 3 identical control processors, called <R> <S> and <T>. All critical control algorithms, turbine sequencing and primary protective functions are handled by these processors. They also gather data and generate most of the alarms. The 3 control processors accept input from various arrangements of redundant turbine and generator sensors. By extending the fault tolerance to include sensors, as well as Mark IV system, the overall control system availability is significantly increased. Some sensors are brought in to all control processors, but many, like exhaust thermocouples, are divided among the control processors. The individual exhaust temperature measurements are exchanged on the voter link so that each control processor knows all exhaust thermocouple values. Voted sensor values are computed by each of the control processors. These voted values are used in control and sequencing algorithms that produce the required control actions.

One key output goes to the servovalves used in position loops as shown in figure 10. These position loops are closed digitally. Redundant LVDTs (Linear variable Differential Transformers or position sensors) produce a signal proportional to

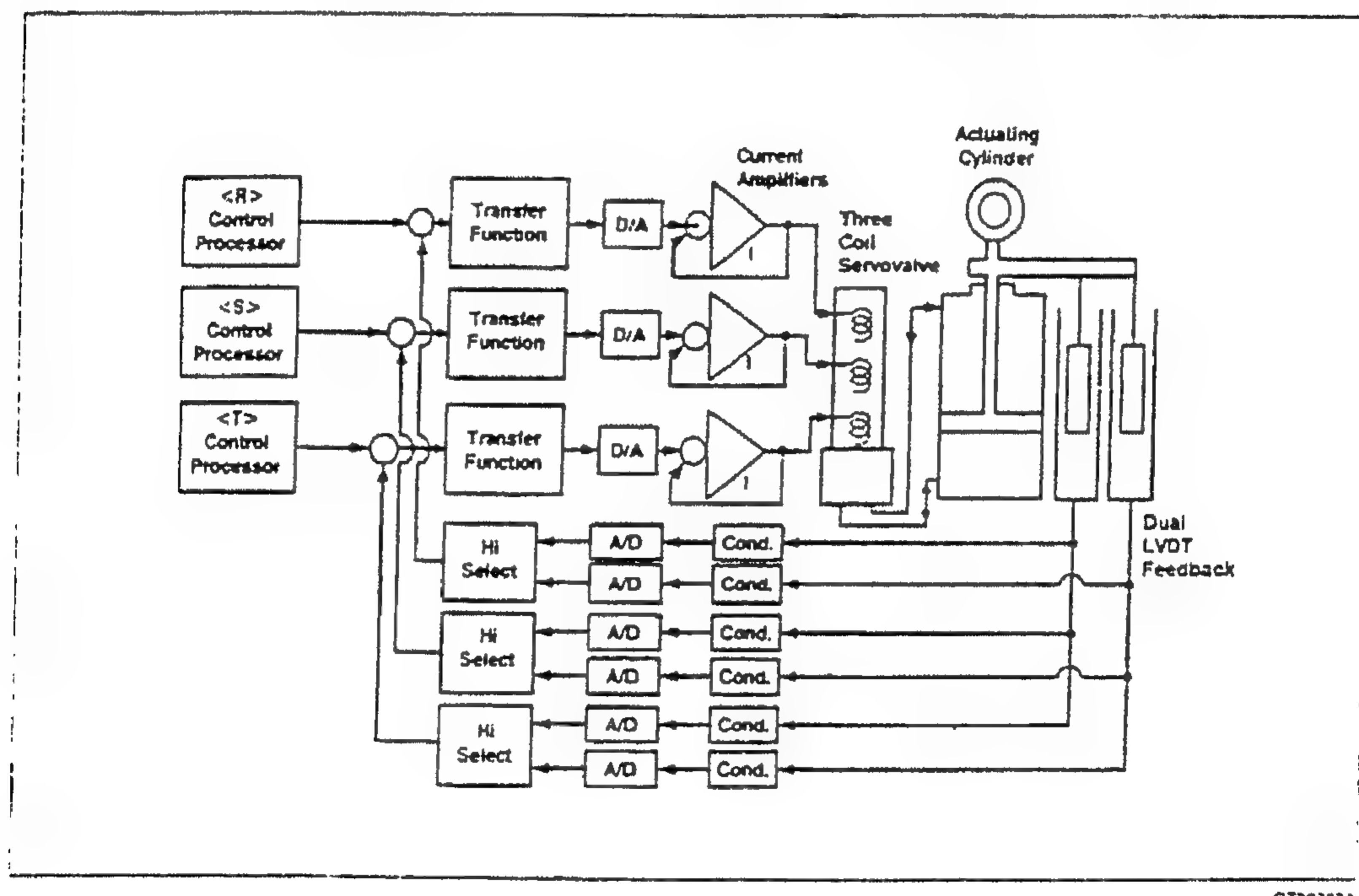


Figure 10 Digital servo position loops

actuator position. Each control processor measures both LVDT signals and chooses the higher of the two signals. This value is chosen because the LVDT is designed to have a strong failure preference for low voltage output. The signal is compared with the position command and the error signal passed through a transfer function and a D/A converter to a current amplifier. The current amplifier from each control processor drives one of the 3 coils. The servovalve acts on the sum of the ampere

turns. If one of the 3 channels fails, the maximum current that one failed amplifier can deliver is overridden by the combined signals from the remaining two good amplifiers. The result is that the turbine continues running under control.

The SIFT system ensures that the output fuel command signals to the digital servo stay in step. As a result, almost all single failures cause no appreciable bump in the controlled turbine parameter. Diagnostics of LVDT excitation voltage, LVDT outputs that disagree, and current not equaling the commanded value make it easy to find a system problem so that on-line repair can be initiated quickly.

A new independent protective module <P> is internally tripple redundant. It accepts speed sensors, flame detectors and potential transfer inputs to perform emergency electric overspeed, flame detection and synchronizing functions. Hardware voting for <P> solenoid outputs is accomplished on a trip card associated with the module. The trip card merges trip contact signals from the emergency overspeed, the main control processor, manual trip push buttons and other hardwired customer trips.

Overspeed and synchronization functions are independently performed in both tripple redundant control and tripple redundant protection hardware, which reduces the probability of machine overspeed or out-of-phase synchronizing to the lowest achievable values.

Speedtronic Mrk V control provides interfaces with DCS systems for plant control from the <I> processor. In a multiple turbine plant, one <I> remote is used in the central control room for each gas turbine. In process plants where maintaining the link to the DCS is essential to keep the plant on line, two <I> processors are used to obtain redundant links to the DCS system. For this situation, the redundant <C> option is recommended so that no single hardware failure can interrupt communications with the DCS system. One smart remote can control multiple turbines. The ETHERNET link and fast processor make virtually all data of interest available at rapid screen update rates.

10- Software configuration

Improved methods of implementing the TMR (Tripple Redundant Modular) system center on SIFT technology and result in a more robust control. SIFT involves exchanging information on the voter link, directly between <R> <S> <T> and <C> controllers. Each control processor measures all of its input sensors so that each sensor signal is represented by a number in the controller. The sensor numbers to be voted are gathered in a table of values. The values of all state outputs, such as the load set point are added to the table. Each control processor sends its table out on the voter link and receives tables from other processors. Consider the <R> controller: it outputs its table to, and receives the tables from the <S> and <T> controllers. Now all 3 controller tables will be in the <R> processor which selects the median value for each sensor and integrator output, and uses these voted values in all subsequent calculations. <S> and <T> follow the same procedure.

The basic SIFT concept, then, brings one sensor of each kind into each of <R> <S>

and <T>. If a sensor fails, the controller with the failed transducer initially has a bad value. But it exchanges data with the other processors and when the voting takes place, the bad value is rejected. Therefore, a SIFT based system can tolerate one failed transducer of each kind. In the previous systems, one failed transducer was likely to cause one processor to vote to trip. A failure of a different kind of transducer on another controller could cause a turbine trip. This does not happen with SIFT because the input data is exchanged and voted.

<C> is also connected to the voter link. It eavesdrops when all 3 sets of variables are transmitted by the control processors and calculates the voted values for itself. If there are any significant disagreements, <C> reports them to <I> for operator attention and maintenance action. If one of the transducers has failed, its output will not be correct and there will be a disagreement with the two correct values. <C> will then diagnose that the transducer or parts immediately associated with it have failed and post an alarm to <I>.

Voting is also performed on all state variables. By exchanging these variables, fewer bumps in output are caused when a failure or a repair takes place. For instance, if a turbine is set to run on isochronous speed control with an isolated load, there is an integrator that compares the frequency of the generator with the nominal frequency reference (50 or 60 Hz). Any error is integrated to produce the fuel command signal. If one computer calculates an erroneously high fuel command, nothing happens because the processors will exchange the fuel command and vote, and will use the correct value of fuel command. When the processor is repaired and put back in service, its fuel command will initially be set to zero. But as soon as the first data is exchanged on the voter link, the repaired control processor will output the voted value which will be from one of the running processors, so no bump in fuel flow will occur. No special hardware or software is needed to keep integrated outputs in step. Since there is only one turbine, the tripple redundant control information must be recombined. This recombination is done in software or, for more critical signals, in dedicated voting hardware. For very critical outputs, such as the fuel command, the recombination of the signals is done by the servo valve on the turbine itself as previously explained.

For example, up to 4 critical (4-20) mA outputs are voted in a dedicated electronic circuit. The circuit selects the median signal for output. It takes the control power for the electronics and the actual output current from all 3 sections such that any two control sections will sustain the correct output. Non-critical outputs are software voted and output by the I/O associated with <C>. Logic outputs are voted by dedicated hardware relay driver circuits that require 2 of 3 "on" signals to pick up the output relay. Control power for the circuit and output relay is taken from all 3 control sections. Protective functions are accomplished by the control processors and, for overspeed, independently by the protective module as well. Primary speed pickups are wired to the control processors and used for both speed control and primary overspeed protection. The trip commands, generated by the primary overspeed protective function in the control processors, each activate a relay driver. The driver signals are sent to the trip card in the protective module, where independent relays are actuated. Contacts from each of these 3 primary protective trip relays are voted to cause the trip solenoid to drop out. Separate overspeed pickups are brought to the independent

protective module. Their relay contacts are wired in a voting arrangement to the other side of the trip solenoid and independently cause the trip solenoid to drop out on detection of overspeed.

The <I> processor is equipped with a hard disk which keeps the records that define the site software configuration. It comes from GE with the site specific software properly configured. For most upgrades, the basic software configuration on the disk is replaced with new software from GE factory. The software is quite flexible and most required alterations can be made on site by qualified personnel. Security codes limit access to the programs used to change constants and sequences. These codes are under the control of the owner, so that if there has been a leak of password information, new ones can be established on site. Basic changes in configuration, such as an upgrade to turbine capability, requires that the new software be compiled in <I> and downloaded to the processor modules. The information for <C> is stored in EEPROM there. The information for control processors is passed through <C> and stored in EEPROM in <R> <S> and <T>. Once the download is complete, the <I> processor can fail and the turbine will continue to run properly, using the local back-up display, while <I> is being repaired.

Changes in control constants can be accomplished on-line in working memory. For example, a new set of tuning constants can be tried. If they are found satisfactory, they can be uploaded for storage in <I>, where they will be retained for use in any subsequent software download. <I> also keeps a complete list of variables which can be displayed and printed.

The most critical algorithms for protective, control and sequencing have evolved over many years of GE gas turbine experience. These basic algorithms are in EEPROM. They are tuned and adapted with constants that are field adjustable. By protecting these critical algorithms from inadvertent change, the performance and safety of the turbine is made more secure.

12-Conclusion

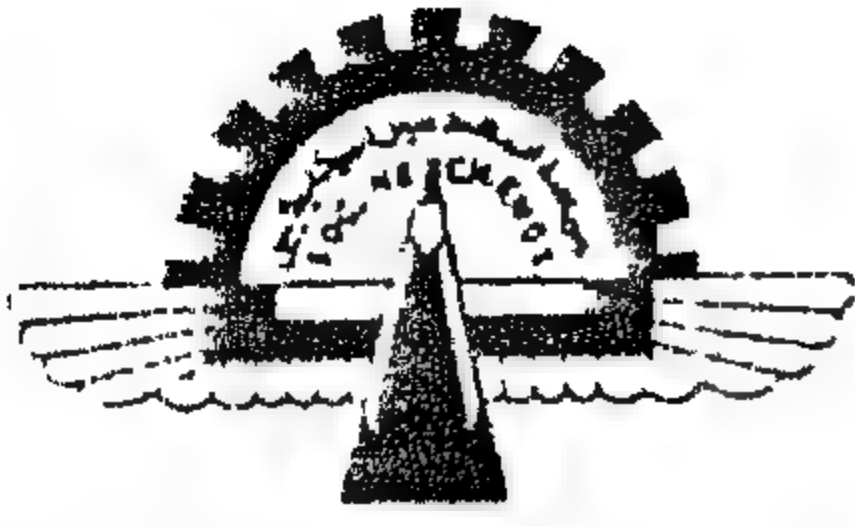
In 1960, Egypt started the project of a jet fighter engine design from scratch. The most difficult subsystem was the engine controller, which was a hydromechanical governor. It was almost the only troublesome module of the engine. The fine mechanics of small, precise, smooth parts with very accurate assembly clearances has left its handprint on the memory of Egyptian decision-takers.

Now, in the 21 century, the image should change completely. Designing a turbine controller has become relatively an easy process. There could be no fabrication at all of mechanical, electric or electronic parts. Perhaps this is still done in world-leading companies but many turbine manufacturers just do it in a much simpler way, which avoids any soldering of electronic elements and any fabrication of precise mechanical parts. It is rather a matter of selection from catalogs of suitable, ready-made and standard mechanical, hydraulic, electric and electronic modules of complete

autonomy. Assembly of mechanical parts is by threaded elements and of electronic parts by sockets.

When we speak of ready made modules we mean pumps, valves, motors, and “controllers”!. The real task would be the adaptation, matching and interfacing of selected items. This implies more software work of modeling, simulation and optimization. I think Egypt has no more an excuse in lagging in such a field because it does not require any special investments or facilities.

The second message is for maintenance engineers. Before they consider repairing any old control system, which is obligatorily of obsolete technology, they should first consider to change the control concept completely into a computer control or a programmable controller system.



جمعية المهندسين الميكانيكيين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

رفع مستوى ممارسة مهنة الهندسة الميكانيكية

1/7

العلوم الأساسية والقدرات - أهميتها للتعليم الهندسي

استاذ دكتور/ عبد الرزاق عبد الفتاح

العلوم الاساسية والقدرات
أهميتها للتعليم الهندسى

أ.د. عبدالرازق عبدالفتاح

رئيس قطاع التعليم الهندسى - المجلس الأعلى للجامعات

مقدمة :

بدأت مهنة الهندسة منذ قديم الزمان وكانت بدايتها تعتمد على تطوير الخبرة ببطء شديد ، وطورت أثناء ذلك كل فنون التجربة والخطأ. ولكن مع ظهور العلم كأسلوب للتفكير المنطقى الموجه نحو ايجاد علاقات ارتباط سببيه بين خواص أو عوامل أو متغيرات محسوسة أو مدركة أو محسوبة بطرق غير مباشرة لتفسير الظواهر أو سلوك المنظومات الطبيعية أو غيرها تحت ظروف معينة . جاء ذلك متأخرا جدا من عمر حضارة الانسان حيث بدأ يتبلور هذا الأسلوب منذ أواخر القرن السادس عشر .

الاكتشافات العلمية:

تتامت الاكتشافات العلمية منذ منتصف القرن الثامن عشر وتسارعت بشكل ملفت منذ أواخر القرن التاسع عشر والقرن العشرين كما هو موضح فى جدول (١).

جدول (١) أمثلة للعلماء

المكتشف العلمى (العالم)	الفترة
نيوتن	١٦٤٢ - ١٧٢٧
فارادى	١٨٦٧ - ١٧٩١
هوك	١٦٣٥ - ١٧٠٣
فارنهایت	١٦٨٦ - ١٧٣٦
لابلاس	١٧٢٧ - ١٧٤٢
لفوازيه	١٧٤٣ - ١٧٩٤
جيمس وات	١٧٣٦ - ١٨١٩
اينشتين	١٨٧٩ - ١٩٥٥
بور	١٨٩٥ - ١٩٦٢

الابتكارات التكنولوجية:

ومع تنامى الاكتشافات العلمية تنامت أيضا الابتكارات التكنولوجية المعتمد على النظريات العلمية كما هو واضح فى جدول (٢)

جدول (٢) أمثلة للابتكارات التكنولوجية

الابتكار التكنولوجى	التاريخ
أول محرك بخارى	١٧٦٥ - ١٨٧٩
المصباح الكهربائى	١٨٧٦

١٨٩٢	محرك الاحتراق الداخلي
١٨٥٢	البترول
١٨٣٠ - ١٩٤٢	بسمر
١٩٤٢	مفاعل نووي
١٩٤٧	ترانزستور

الاعتماد على العلم :

وبالرغم من استمرار أهمية الخبرة والحس المهني Heuristic فان الاعتماد الاكبر أصبح يركز على التسبب المنطقي الذي يفوق في أعماق المادة والعلم ولا يكتفى بالنظرة الماكروسكوبية بل تخطاها إلى النظرة الميكروسكوبية حيث دقائق الأشياء من الجسيمات الذرية إلى ما تحت ذلك.

ويخبئ العلم الكثير من الاكتشافات التي لم تكتشف بعد والتي يصعب التنبؤ بها للخمسين سنة القادمة. مع اعتمادنا على العلم في تحقيق هذه الاكتشافات فان قدرة المهندس هي المنوط بها تحقيق الابتكارات.

تعريف المهندس :

التعريف السائد الآن للمهندس هو (القادر على التطبيق الابتكاري لمبادئ العلم الأساسية - تصميمًا وتحليلًا وتسببًا).

واذا نظرنا إلى هذا التعريف نجد أن المكون الأساسي للمهندس هو المعرفة العميقة بالمبادئ والنظريات الأساسية التي أفرزها العلم ومن هنا يأتي الاهتمام بالعلوم الأساسية في مناهج تعليم المهندسين.

مقارنة بين العلم والهندسة :

جدول (٣) يبين مقارنة بين العلم والهندسة ومنه يتضح التداخل الكبير بين العلم والهندسة كما يبين حتمية اعتماد التكوين الهندسي على أساس علمي متين

جدول (٣) مقارنة بين العلم والهندسة

الهندسة	العلم
الهدف:	الهدف:
ابتكار معدات ومنظومات تحقق احتياجات المجتمع أو توليد احتياجات لرفع مستوى الحياة	البحث عن المعارف والنظريات من أجل فهم الكون والعلاقة بينه وبين الانسان
العمليات الأساسية:	العمليات الأساسية:
<ul style="list-style-type: none"> • ابتكار - تصميم - انتاج • تحليل - تخيل - استنباط واستقراء • توظيف النظريات والمعلومات والبيانات والأفكار لتحقيق المتطلبات • ترشيد العمليات • النمذجة • صنع قرار مبني على معلومات ناقصة أو نماذج تقريبية • انشاء - اختبار - تخطيط - تأمين الجودة - حل المشاكل - صنع القرار - مهارة اتصال - امكانية تصحيح القرار الخاطئي 	<ul style="list-style-type: none"> • اكتشاف النظريات بتجارب محكمة (بحث علمي) • التحليل وصولاً للتصميم وتركيب الفروض • استخلاص وتعريف مبادئ محددة والتتظير نتيجة للتعليل • النمذجة • مهارات تصميم التجارب • مهارات منطقية

دور الرياضيات والفيزياء والكيمياء:

تلعب الرياضيات والفيزياء والكيمياء دوراً رئيسياً في هذا الخصوص.

فالرياضيات التي تنمى الارتباط المنطقي بين الكميات والمتغيرات تلعب الدور الرئيسي لدى التعليل والتحليل والنمذجة والمحاكاة أي تنمى المهارات المنطقية.

والفيزياء باهتمامها بالطاقة وخواص المواد هي الأساس الهام في تصميم المنظومات والأجهزة سواء لتحويل الطاقة أو لبناء المعدات.

أما الكيمياء وهي التي تعنى بتركيب المادة فإن أثرها واضح لعلاقة التركيب بالخواص وسلوك المنظومات فالتفاعلات تنتج مواداً جديدة أو تستخلص طاقة جديدة.

والأمثلة السابقة تعطى على سبيل الإيضاح لا الحصر فموضوع العلوم الأساسية موضوع طويل وليس مكانه هذه الدراسة لأن لكل فرع من فروع الهندسة اهتماماته الخاصة وهذه الأمثلة توضح فقط الأهمية النسبية العالية لأعداد المهندسين.

المعارف والمهارات والفهم :

جدول (٤) يبين العلاقة بين المعارف والمهارات والفهم ومصادرها والعمليات التي تنمىها ويتضح منها

جدول (٤) العلاقة بين المعارف والمهارات والفهم

المعارف	المصادر	العمليات	القياس
المعارف	مكتبة محاضرة بنوك المعلومات الكتب والدوريات أفلام فيديو	• بنیان العلاقة بين المعارف والهندسة • تعلم مهارات المذاكرة والقراءة • استخدام وسائل الاستيعار	• اختبارات دورية عن طريق الأمثلة
المهارات	إمكانات رفع المهارة مثل تجارب المعامل وفترات حل المسائل واستخدام الحاسب الآلي وتنفيذ المشروعات ضمن فريق	• إعطاء تعليمات إرشادية • إتاحة إمكانات الممارسة • معاملة ورش ورسم • تنفيذ عمليات تحت المراقبة	• إعطاء مهام تتطلب مهارات عالية
الفهم	• إتاحة بيئة تعليمية صحية • محاضرات - معاملة - كمبيوتر - مكتبة - مناقشة حرة - فترات حل المسائل • عرض وتقديم واتصالات • رفع قدرات أعضاء هيئة التدريس	• توجية التعلم للمبادئ • تحفيز الطالب على استخدام الإمكانات التي تمكن من فهم المبادئ من خلال تصميم التجارب العملية وحل المسائل	• مهام جديدة • مشاريع • أسئلة • تصحيح أخطاء الغير • تصميم • شرح
الابحاث والصفات الشخصية	• بيئة جيدة • مدرس جيد • طرق تدريس • مشاريع شخصية • مناقشات ومناظرات لفرق • اتصالات خارجية	• تحفيز زيارات • تعليم التعلم • محاضرات نقاوعية • عصف فكري • ورش عمل • مناظرات وحوار • حلقات دراسية	• اتصال شخصي • تحديات • أسئلة النظرة العريضة • التحميس • مشاكل مفتوحة النهاية

ان أسلوب المحاضره التقليدى لا يتواءم مع هذه المقتضيات كما أن اكتظاظ الفصول والمدرجات والمعامل باعداد كبيرة من الطلاب يمثل بعثه للجهد وضيق للوقت ونتيجته المحتملة تزايد الانشغالي وزيادة الانتقال من النظامية الى اللانظامية (Order to disordered state) وإلقاء مزيد من العبء على التقدم. عرضنا سابقا انه يصعب التنبؤ بمستقبل الاكتشافات والابتكارات ويتحمل المهندس العبء الأكبر فى الابتكارات تخيلا وتصميما وانتاجا ولانه يواجه ظروف مجهولة فى الحاضر فان مجرد اتقان المهارات غير كاف لمواجهة هذا التحدى والمطلوب قدرات أخرى بجانب مهارات الهندسة أهمها.

القدرات الضرورية للمهندس :

يجب أن تكون قدرات المهندس ومهاراته عالية قاياما بالمستويات العالمية وأهم هذه القدرات :

- استقلال الفكر.
- المبادأة.
- التخيل.
- التحليل المنطقي والاستنباط "deduction".
- الاستقراء "inference" ويتضمن الرؤى خارج المعارف المتاحة.
- التفكير الناقد وصولا للتطوير.
- التفكير الابتكاري.
- تقبل التغيير للتعايش مع الحاضر بأدواته وأجهزته.
- الاسهام فى احداث التغيير.
- الاتصال والتعامل مع البشر (كتابه - شفاهه - حوار).
- صنع القرار بدءا بتحديد المشكلة ووصولاً لتجسيد النظريات فى شكل سلع وخدمات.
- حساب المخاطره وإدارة الازمات.
- ادارة الزمن "time management".
- التعلم المستمر.
- ادارة المعلومات "Knowledge management" ولها "Converge".

اعداد طالب الهندسة:

يجب اعداد طالب الهندسة ليصبح قادرا على :

- تعليم نفسه الاكتشافات العلمية والابتكارات الجديدة ، أى متابعة كل تقدم فى مجاله حتى يفهم بعمق هذه التطورات.
- تنمية قدراته على التحليل وربط العوامل والبارامترات التى تؤثر على موضوع التفكير وشحذ الخيال لوضع فروض أو شروط معينة.
- معرفة تأثير انتاجيته على المجتمع والبيئة بحيث يرتبط بكود اخلاقي تجاه مجتمعه ليحقق له سعائته.
- يجب أن يفهم أن التعليم يعنى قدرة الفرد على عمل الشئ اليوم أحسن من الامس أو بمعنى اخر أن لكل حل حل احسن منه (حتمية التطور ولانهاية العلم).
- الكلية Wholistic أى ربط المنظومات الفرعية بالمنظومات الرئيسية والنظرة المتكاملة للأشياء والربط بين الأجزاء ، ويقود ذلك إلى ضرورة الاهتمام بتداخل التخصصات وأوضح مثال على ذلك وجود أنظمة تحكم الكترونية فى الكثير من المنظومات الميكانيكية.

- ان تعقد المنظومات وتطور العمل يجعل العمل الفردي غير مجد ولذلك يجب اعداد المهندس للعمل ضمن فريق.
- اعداد المهندس ليكون متساويا مع زميله ولكن ليس Equal but not identical متطابقا معه وذلك باتاحة أكبر قاعدة ممكنة لاختيار المواد الدراسية ليحقق كل فرد ذاته وليكون مع زملائه حزمه من الثروة المعرفية يكمل بعضهم بعضا فى تكامل وتناغم.
- لان التحديات المستقبلية جديدة فلا بد مواجهتها بفكر جديد وأساليب جديدة تقتضى البعد عن العقائدية dogma بحيث يؤمن الانسان باحتمال الخطأ ولا يتكبر عن الاعتراف به . رحم الله الإمام الشافعى الذى كان يقول دائما ان رأى صواب يحتمل الخطأ ورأى محاورى خطأ يحتمل الصواب.
- إن الفكرة الصواب هى التى تصمد لكل الاختبارات والنقد والعبرة أولا وأخيرا بإنتاج سلعة تصمد للاختبار.
- ان البحث العلمى هو أساس كل تقدم ويجب أن ترتفع نسبة البحوث فى مؤسسات التعليم باستمرار (نسبة عدد طلاب الدراسات العليا حوالى ٣٠% من العدد الكلى للطلاب).

الخلاصة :

١. ضرورة الاهتمام بتعميق الفهم للعلوم الأساسية وتوسيع مجال الاختيار لمستويات متقدمة فى فروع الرياضيات والفيزياء والكيمياء.
٢. الاهتمام بالنظرة الميكروسكوبية حيث يحتوى عالم الذرات والكثير من العوامل الحاكمة سواء فى خواص المواد أو تفاعلاتها وسلوكها.
٣. تنمية القدرات تضمن التخلص من المحاضرة التقليدية الى المحاضرة التفاعلية والعصف الذهنى والحوار والحفز على التطوير وايجاد أكثر من حل للمشكلة الواحدة وكذلك ورش العمل والحفز على التخيل.
٤. إن العمل ضمن فريق عامل هام للغاية قد يتضمن حل المشكلة الواحدة قدرات أكثر من تخصيص خصوصا للعلوم الأساسية والمواد والتصميم والتحكم والاستشعار.
٥. ولتحقيق ذلك يجب أن يكون حرم الجامعة أو الكلية يحقق وجود :
 - أ . مكتبة كافية.
 - ب . كمبيوتر.
 - ج . مكتبة C.D. وأفلام وموسيقى.
 - د . تخفيض عدد الطلاب بالمحاضرات.
٦. وجود امكانيات اجتماعية وثقافية كافية.
٧. الاهتمام بالمقررات الانسانية خصوصا بعد اتساع مفهوم القرية العالمية.
٨. إتاحة مناخ الحرية والديمقراطية.
٩. ايجاد المناخ الصحى للبحث العلمى ليحقق لعضو هيئة التدريس ما يلى :

(التركيز - الانشاق - الاستمرار) وليمكنهم من حضور المؤتمرات والاسهام فيها.
١٠. الاعتراف بقيمة العلم كمحرك أساسى لتقدم الحياة على الارض.
١١. احترام حرية أعضاء هيئة التدريس وتحقيق مستوى عال من مستوى الحياة لهم.

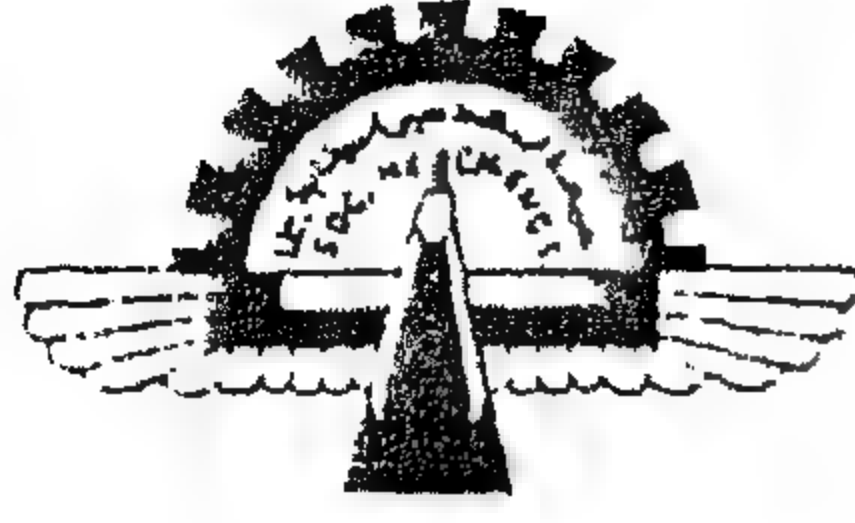
العلوم الاساسية والقدرات أهميتها للتعليم الهندسي

ملخص البحث

توضح الدراسة (الورقة) دور العلوم الاساسية والقدرات وأهميتها للتعليم الهندسي . ولقد بدأت مهنة الهندسة منذ القدم تعتمد على الخبرة والتجربة والخطأ ، ثم بدأت مرحلة العلم والاكتشافات وتم عمل مقارنة بين العلم والهندسة وتم توضيح دور الرياضيات والفيزيكا والكيمياء ، والعلاقة بين المعارف والمهارات والفهم والقدرات الضرورية للمهندس واعداد طالب الهندسة.

أ.د. عبدالرازق عبدالفتاح
C.V.

- رئيس قطاع التعليم الهندسى بالمجلس الاعلى للجامعات
- رئيس جامعة حلوان سابقا



جمعية المهندسين المصريه
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الالفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

رفع مستوى ممارسة مهنة الهندسة الميكانيكية

2/7

ادارة المعرفة ووسائل تعظيم الرفع التقني

دكتور/ لطفى لويز سيفين

إدارة المعرفة ووسائل تعظيم الرفع التقنى

د. لطفى لؤي سيفين

رئيس مجلس الإدارة والعضو المنتدب - شركة نياز - الاسكندرية - مصر

E-mail :- Chairman @ neesae . com . eg

Web sit :- www . neesae . com . eg

* ملخص البحث :-

تستهدف الورقة توضيح أساليب إدارة المعرفة وكيفية تحقيق الرفع المعرفى من خلال الأطروحات الأربعة التالية :-

١- أساليب التقييم التقنى والتقنيات الصاعدة

من حيث توضيح المسار التقنى وأساليب التقارب والدمج التقنى الذى تستخدمه منشآت الأعمال لكى تعظم الاستفادة المعرفية وأساليب تقييم المعارف وإدارة الفرص الحقيقية

٢- إستراتيجية التقنية

وتتعلق بأساليب وضع السيناريوهات للتوصل إلى رؤية مستقبلية واضحة وأسلوب تأليف البدائل بما يعظم الاستفادة التقنية . كما يوضح هذا الجزء مفهوم انغلاق التقنى والقيود التقنية والاستراتيجيات الملائمة للتغلب على تلك القيود وكيفية تحديد أولويات الاستثمار المعرفى .

٣- إدارة شبكات المعرفة

وتستهدف تعظيم التدفق المعرفى وتحقيق الرفع المعرفى من خلال دراسة أنواع الروابط والعلاقات .

٤- الأشكال التنظيمية

تتطلب إدارة المعارف لتحقيق الرفع التقنى رؤية جديدة للهيكل التنظيمية وحدود المشروع .

وفى النهاية تضع الورقة الأطروحات الأربعة فى منظور متكامل .

* مقدمه :-

فى عصر المعرفة يصبح موضوع رصد التقنيات واستحواذها وتوطينها وتطويرها أهم الموضوعات التى يتعين تناولها بمزيد من الحرص والتفصيل نظرا لأهميته الكبرى فى تحديد القدرة التنافسية للأعمال . تتميز التقنيات الحديثة خاصة تلك التقنيات الناشئة بقدر عالى من اللابىق من ناحية ، إلا أنها من ناحية أخرى تهيئ فرصا غير مسبقة فى النمو واقتحام الأسواق ، وعلى رجال الأعمال والمديرين التنفيذيين فهم الأبعاد المختلفة لهذه التقنيات والمعارف لإمكان الاستفادة منها ووضع الإستراتيجيات الملائمة لطبيعتها ، وتحاول هذه الورقة وضع إطار لإدارة هذه التقنيات الحديثة والناشئة . وفى البداية سنبدأ بالإشارة إلى الأخطاء السائدة التى يتعين تحاشيها ثم ننتقل إلى أساليب رصد وتقييم هذه التقنيات من جهة ، وتحديد التوجهات التسويقية المصاحبة لها من جهة أخرى ، وسوف يقودنا ذلك إلى الطرح الإستراتيجى الملائم الذى فى النهاية سوف يحدد الشكل الشبكى المعرفى الذى يتعين إدارته وأسلوب التنظيم المؤسسى لمنشآت الأعمال .

١ - مباراة التقنية الناشئة :-

لكي نستطيع أن نتبارى فى فناء التقنية الجديد يتعين أن نتعرف على القواعد الجديدة من ناحية وان نتحاشى الأخطاء الشائعة من ناحية أخرى .

١-١ قواعد جديدة تفرضها التقنيات الحديثة والناشئة :-

التقنيات الناشئة هى ابتكارات مؤسسة على العلوم والتي من شأنها تكوين صناعات جديدة وإحداث انتقال فى الصناعات الحالية ، وهى تحتوى تلك التقنيات المتولدة من الابتكارات الجذرية مثل العلاج البيولوجى والتصوير الرقمى والموصلات الفائقة والروبوتات المدققة والحاسوبات المحمولة والمواد المولفة ، وتلك التقنيات الناشئة من تقارب البحوث مثل الأشعة بالرنين والمرئيات فائقة التحديد والتعامل الالكترونى ، وتعنى التقنية فى مجال الأعمال والعلوم عملية تحويل المعرفة إلى تطبيقات مفيدة ، فإذا كان العلم يختص بالماهية فان التقنية تتعلق بالكيفية بينما الأسواق تهتم فى المقام الأول بمن يستخدم وفى أي موقع ، فالتقنية هى مجموعة من المهارات المنظمة تستخدم فى منتج معين وسوق محدد وهى قد تركز على مكون أو منتج نهائى أو صناعة كاملة ، فالتقنيات الناشئة إذا هى تلك التى تتمدد قواعدها المعرفية والتى تتعرض تطبيقاتها فى الأسواق إلى ابتكار مستمر وأيضا التى تتكون لها أسواق جديدة . ومن المهم أن نفرق بين تلك التقنيات الجديدة على المنشأة أو قسم من أقسامها وتلك الحديثة على العالم كله والواقع إن أحد المهام الجديدة والرئيسية للمدير هى كيفية مسح ورصد وتجريب وتكامل التقنيات - سواء كانت فى مرحلة النشوء أو النضوج - فى منتجاتهم الحالية أو تأليف منتجات جديدة وتتميز هذه التقنيات وبالتالي تفرض على مجالات الأعمال تحديات جديدة أهمها :-

- * كيفية التعامل مع اللايقين
- * كيفية التعامل مع النظم المعقدة والمركبة التى تفرضها هذه التقنيات
- * ضرورة التكيف مع معدلات التغير السريعة
- * ضرورة تطوير وارتقاء جدارات المنشأة واكتساب جدارات جديدة
- * كما أنها تضع قواعد جديدة للمتبارين أو المتنافسين فى مجال الأعمال يمكن تلخيصها فيما يلى:-

١-١-١ البنية الصناعية :- المناخ الصناعى الذى تفرضه التقنيات الجديدة يتميز بدرجة عالية من التعقيد والغموض وصعوبة إيجاد أسس واضحة للتنبوء ، كما أن التغذيةيات المرتدة التى كانت تتميز بالخطية والهيكلية والتى تساعد على إحداث قدر من الاستقرار أصبحت سببية لاختية يغلب عليها ما يسمى بالتغذية المرتدة الموجبة ، كذلك فان المتبارين غالبا ليس هم اللاعبين التقليديين ، وكثيرا ما يكونوا مجهولين ، أضف إلى ذلك أن مجال التنافس ذاته قد يكون صوريا ناشئا .

١-١-٢ المحتوى المنظومى :- فيما يتعلق بالنماذج الذهنية التى تحكم الفكر المنظومى نلاحظ أن القواعد التقليدية لاتصلح ذلك أن الحدود التنظيمية الواضحة استبدلت بحدود ممتدة نفاذه ترتبط بالموارد الخارجية ، الأمر الذى جعل العملية القرارية ، والتى كان مصدر القوة فيها التخطيط والتحليل وتفادى الصراع ، تميل فى ظل القرارات السريعة إلى استحداث الصراع والاستقراء بالحدس .

١-١-٣ الاستراتيجية :- فى ظل التقنيات المستقرة تستهدف الاستراتيجية تحقيق ميزة تنافسية بتعظيم القيمة المضافة لاستخدام الموارد باستخدام أدوات استراتيجية حددتها مدارس الفكر الإستراتيجى ، غير أن فى التقنيات الناشئة يكون هدف الاستراتيجية تكوين قواعد متماسكة متكيفة لمجموعة من الاستراتيجيات المتنافسة ، وفى حين يغلب على التقنيات المستقرة إحداث تقارب فى الفكر الإستراتيجى تحتم التقنيات الناشئة التفكير المتباعد .

١-١-٤ تخصيص الموارد :- معيار تخصيص الموارد الأمثل فى التقنيات التقليدية هو القيمة الحالية أو صافى التدفقات النقدية أو تحقيق قيمة المساهمين ، أما فى التقنيات الجديدة يكون المعيار هو تقييم الفرص الحقيقية ، كذلك فان العمليات والمسئوليات تكون معينة ومؤسسة على تقدير للمخاطر والمنافع فى حين العمليات التى تختص بالتقنيات الواعدة تكون عادة غير رسمية وخاضعة للتعديل المستمر ، ويؤدى ذلك إلى أن معايير قياس الأداء لا تحكمها مقاييس ثابتة بل تخضع للحكم الدورى .

١-١-٥ الأسواق :- فى التقنيات التقليدية يكون تقييم الأسواق فى المقام الأول هو عملية بحث ميكلى فى مجال محدد بصفات معرفة بطبيعة الطلب الأولى للمستهلكين ، ومنافسين معروفين ، فى التقنيات الجديدة الناشئة يغلب التجريب والتعلم المستمر وتحديد الاحتياجات الكامنة على الاحتياجات الثانوية .

١-١-٦ نشوء وارتقاء المنتجات :- تعتمد على مواصفات محددة يحكمها الوقت المحدد لتحقيق الفعلى لتواجد المنتجات فى السوق ، أما فى التقنيات الواعد فهو عملية متكيفة تخضع لمواصفات مرنة .

١-١-٧ إدارة الأفراد :- تعيين وإنتقاء تقيدى وإشراف وترقيات وتحديد أجور . أما فى التقنيات الواعد يتطلب الأمر كسر هذه القواعد .

١-٢-٢ التقنيات الناشئة والأخطاء الشائعة :- من المفترض أن الوضع التسويقى لمنشآت الأعمال القانسة فضلا عن مواردها المتاحة يعطيها قدرة على التميز على منشآت الأعمال الجديدة ، غير أن الإحصائيات والخبرة العملية تدلنا على أن سجلات المنشآت القائمة فى تحديث التقنيات والأخذ بالتقنيات الناشئة مملوءة بالممارسات الغير ناجحة ، ونحاول فى هذا الجزء من الورقة توجيه النظر إلى هذه الأخطاء الشائعة .

١-٢-١ المشاركة المتأخرة :- الشركات ذات الرؤية تتفهم التقنيات فى دورها الأولى قبل نضوجها مما يتيح لها أن تحقق مشاركة مبكرة والاستفادة من منحى التعلم ، وذلك بقدرتها على تقييم مخاطر الانتظار ، و التى تسمح للمنافسين بتحقيق سبق تقنى ، وذلك من خلال تقييم الفرص الحقيقية للتقنية والسيناريوهات المختلفة للتحرك .

١-٢-٢ الارتباط بالقديم :- تطوير التقنيات والجدارات التى تملكها المنشأة أحد انهمام الرئيسية للمدير التنفيذى ، إلا أن الارتباط الضار بتقنيات أقلية يتعين تفاديه وذلك بالتساؤل المستمر عن الوضع الحالى ، وتحدى الأفكار السائدة وتبنى الأساط الجديدة ، وتحين الوقت الملائم لإدخال موضوعات مختلفة .

١-٢-٣ التباطؤ فى الالتزام :- إحداث التوازن بين النجاح فى التقنيات الحالية والأسواق الحالية ، مع النظر فى كل الاتجاهات عن الفرص للتقنيات الواعد والطلب الثانوى ، وتوفير الموارد اللازمة ، بالقدر الملائم من أكبر التحديات الجديدة ذلك أن الخطأ فى هذا الأمر يعنى أن التقنيات المقترحة الواعد من شأنها تهديد الوضع التنافسى المستقبلى ، ولذلك فإن الهدم الخلاق يعنى فى جوهره تلك العملية الدائبة لتحديد التوقيتات اللازمة لاستحداث اللاأتران الذى من شأنه إعادة تخصيص الموارد بما يحقق النمو المستقبلى المستدام .

١-٢-٤ نقص الإصرار :- نقص الإصرار يؤدى إلى عدم نجاح التقنيات الناشئة فى التنظيم بما يعنى زيادة التكلفة وفقدان المسار المستقبلى ، إن أهم الموضوعات هو وجود التزام تنظيمى من أعلى إلى أسفل مع تحليل واضح للفرص الحقيقية للاستثمار .

ولكى يتحاشى التنظيم هذه الأخطاء عليه أن يضع فى اعتباره مايلى :-

أ - توسيع دائرة الرؤية الطرفية :- بمعنى القدرة على رصد الإشارات الضعيفة واتى غالباً ما يتم رصدها فى العلاقات الطرفية للتنظيم بالموردين والعلاء أو المنافسين .

ب - بناء ثقافة التعلم :- بالانفتاح على وجهات النظر المتباينة وتوفير الارادة لتحدى الافتراضات والنماذج الذهنية القائمة وخلق حوار إستراتيجى تنظيمى .

ج - تحقيق المرونة :- وذلك بإمكانية التكيف فى مستوى الالتزام لتخصيص الموارد فى المشروعات والتقنيات التى تحقق فرص حقيقية .

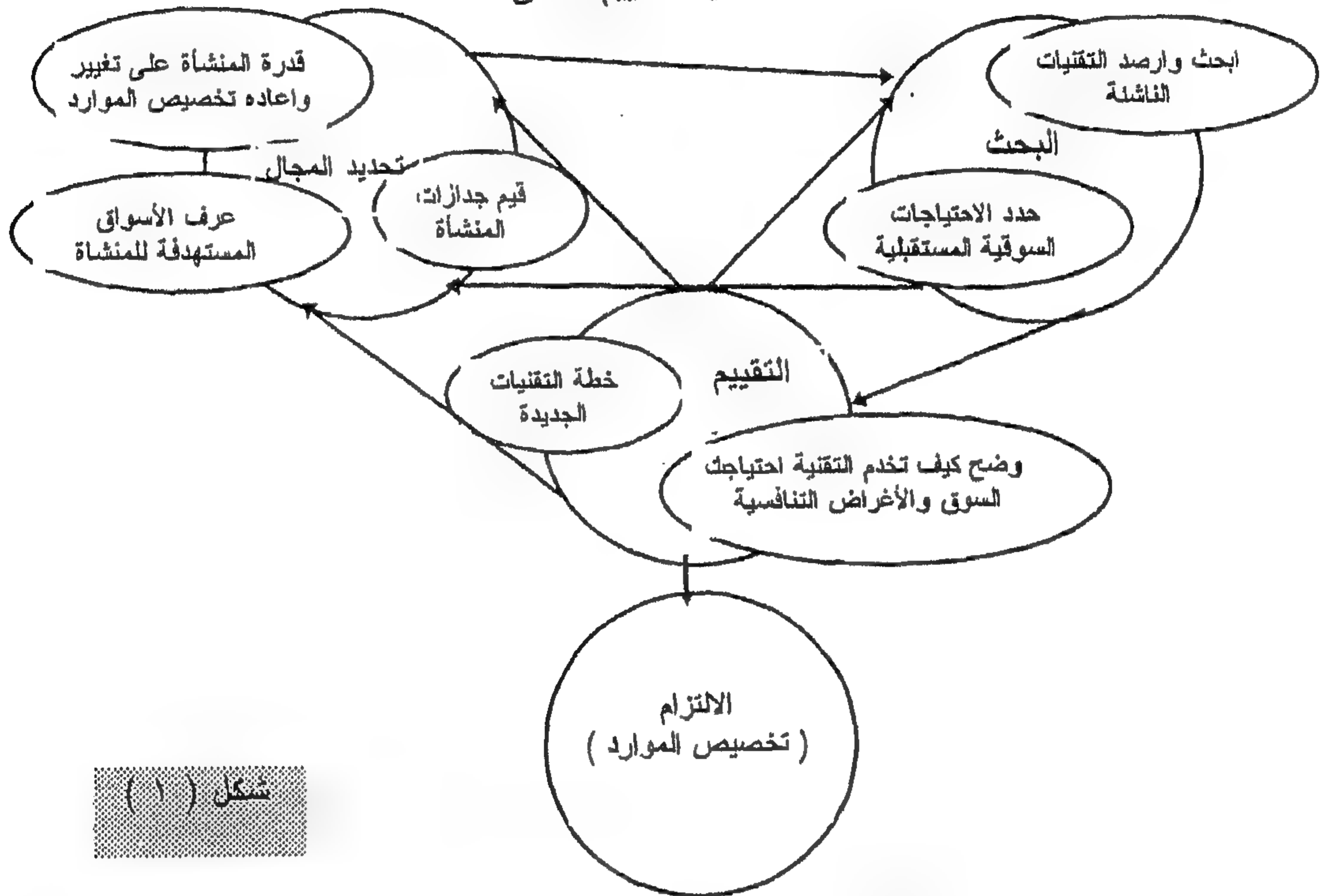
د - تحقيق الاستقلال المنظومى :- من المفيد خلق كيانات تنظيمية مستقلة مبادرة لتقنيات الواعد والناشئة .

٢ - رصد وتقييم التقنيات الناشئة :-

كيف يمكن للتنظيم رصد التقنيات الناشئة بما يحقق له إمكانية التقييم وإتخاذ القرارات بشأنها ؟ بداية يتعين توجيه النظر إلى الطبيعة الجديدة التى تتميز بها التقنيات الناشئة والتى يمكن فهمها من العلوم البيولوجية ونظرية الارتقاء ، إذ أن نشوء الأنواع فى نظرية التطور والتى يتم فيها تطوير الأنواع

وارتقائها من خلال التكاثر والطفرات ، تؤدي أيضا الى أن تنشأ أنواع جديدة إذا واجهت ظروف جديدة مغايرة فصلتها عن الأنواع الأصلية ، طالما توفر لديها وفرة في الموارد .
وفي مجال التقنيات يعني ذلك أن عمليات التقارب بين التقنيات وحدث تزاوج بين التقنيات ينشأ عنها دمج في الصفات ، فإذا توفر لبعض هذه التقنيات موارد وفيرة نشأت أنواع جديدة ، هذا المفهوم يفرض على منشآت الأعمال اهتمامات جديدة :-

- * التركيز على مساحات التقاطع بين الأسواق والتطبيقات المختلفة .
 - * التركيز على نطاق السوق للمنتج أكثر من إنتقاء منتجات لأسواق ثابتة .
 - * فهم طبيعة التنويع التسويقي .
 - * توسيع دائرة الانتقاء التقني .
 - * دراسة مستفيضة للمستخدمين القياديين
 - * الحرص في تكوين البصيرة السوقية
 - * التعلم بالعمل
 - * رصد فرص التقارب والدمج التقني
 - * التعجيل بعملية النشوء والارتقاء بتوفير الموارد الوفيرة
- عملية التقييم التقني



شكل (١)

يوضح شكل (١) مراحل عملية التقييم التقني والتي تتداخل فيما بينها وتتفاعل بطريقة مستمرة .

- المرحلة الأولى : تحديد المجال :- حيث يحدد المديرين مجال ونطاق البحث عن التقنية والتي تعتمد على الجدارات المتاحة للتنظيم أو المنشأة والفرص والتحديات الموضحة لها علما بأن هذا المجال عرضة للتغير المستمر في هذه المرحلة يتم تحديد :-
- النية الاستراتيجية
- مجال التقييم التقني

- المرحلة الثانية : البحث :- على الإدارة أن تبحث بأسلوب منظم عن المصادر والتي تختلف باختلاف الأعمال وتتضمن :-

١- مصادر داخل مؤسسة الأعمال

٢- مرخي التقنيات

٣- الأدبيات الفنية

مع ضرورة رصد النشوء التقني وذلك باستشعار الارتقاء المعرفي من خلال :-

* الإشارات القوية : المتعلقة بالتراخيص والأدبيات وسلوك المنافسين

• الإشارات الضعيفة : المتعلقة بالتعزيزات في شبكات المعارف والاستخبارات التنظيمية عن المنافسة ، ورصد الاكتشافات المتوازية وعمليات الاقتراب المعرفي. وكذلك تحقيق آلية اختتام المعلوماتية والمعارف بدراسة الروابط الشبكية والمعرفية

- المرحلة الثالثة : عملية التقييم :- تعتمد عملية التقييم على بيئة المنشأة في البحث التقني لذلك يتعين تقييم التقنية في البيئة الاستراتيجية المتوقعة مقابل التغلغل التسويقي المستهدف . وأهم الجوانب في عملية التقييم هي تلك المتعلقة بتقييم المخاطر .

حيث يوضح شكل (٢) عملية رؤية المخاطر من خلال منظور ثلاثي الأبعاد يحتوي على :

- المخاطر الفنية

- المخاطر التسويقية

- المخاطر التنظيمية

هذه المخاطر بمزيد من الاستطلاع والبحث يمكن تقدير قيم كمية عنها باستخدام أساليب الفرق المستعرضة والتقييم المتتالي وأساليب دلفي .

- المرحلة الرابعة : الالتزام : على المؤسسة أن تتنزم بتوفير الموارد المناسبة والكافية عند الخيار التقني، وطبقا لدرجات الالاقين والفرص الحقيقية . ويتراوح هذا الالتزام بين :-

أ - المراقبة والانتظار : في حالة الالاقين المرتفع

ب - اتخاذ وضع إستراتيجي والتعلم : في حالة الالاقين الأقل

ج - الاستشعار والتتبع : في هذه الحالة يكون الالاقين مناسباً للاتقاء التقني

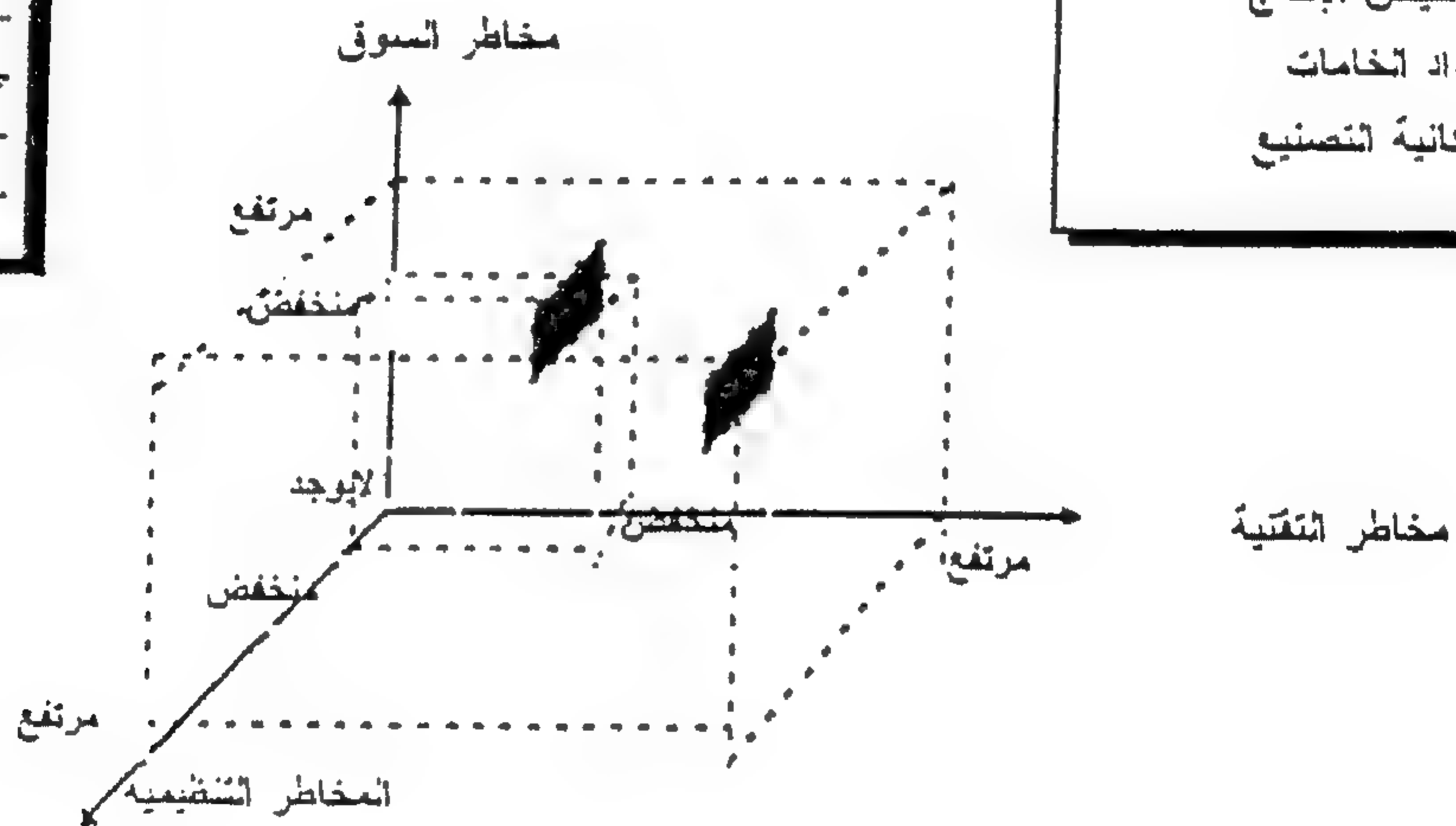
د - الريادة : إذا اعتقدت المنشأة أن الفرصة الحقيقية في الاستثمار تضع موارد عالية في خدمة التقنية .

مصادر مخاطر التسويق

- ختم وجبال تسوق
- تعريف قاعدة المستهلك
- معرفة احتياج العميل
- قنوات التوزيع
- التوزيعات
- قوانين الملكية الفكرية
- وضع المنافسة

مصادر مخاطر التقنية

- ١- الجدوى الفنية
- ٢- أنماط الالاقين
- ٣- المخاطر العينية
- ٤- تراخيص الإنتاج
- ٥- إمداد الخامات
- ٦- إمكانية التصنيع



مصادر المخاطر التنظيمية

- ١- الملائمة مع الجدارات
- ٢- التكلفة
- ٣- سرعه التغير التنظيمي
- ٤- الاعتمادية على تنظيم جديد
- ٥- الاعتمادية على شركات خارجية
- ٦- المهارات والخبرات المتاحة
- ٧- معدل استنفاد الموارد

شكل (٢) منظور المخاطر

٣ - الاسواق والتقنيات :-

كيف تستطيع المؤسسات أن تتوقع الاسواق الواعدة التي تبرر الاستثمار في التقنيات الناشئة؟ ان تقييم الاسواق أحد أهم المجالات التي يتعين أخذها في الاعتبار عند زيادة الالايقين حيث يمكن الاستدلال بالعوامل التالية :-

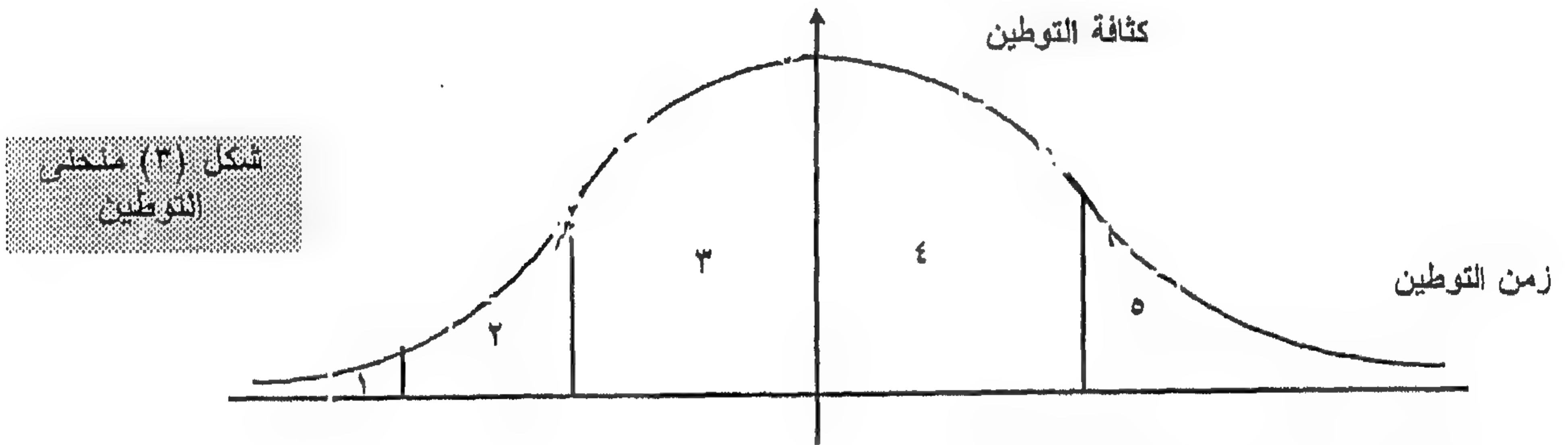
٣-١ : الانتشار والتوطين التقنى :- ذلك ان الابتكارات الجديدة تحتاج وقتا كافيا لتحقيق الانتشار فى الاسواق والذي يتوقف على :-

- المزايا المدركة .
- المخاطر المدركة .
- حواجز التوطين .
- فرص التعلم والمحاولة .

لذلك تلجأ المؤسسة الى حفز عملية الانتشار التسويقي من خلال :

- الابتكار المتتالى .
- الاسعار .
- الاستثمار فى تعليم المستهلك من خلال خلق الوعى الاستهلاكى وتوفير المعارف .
- توفير أساليب المحاولة بالتجريب .

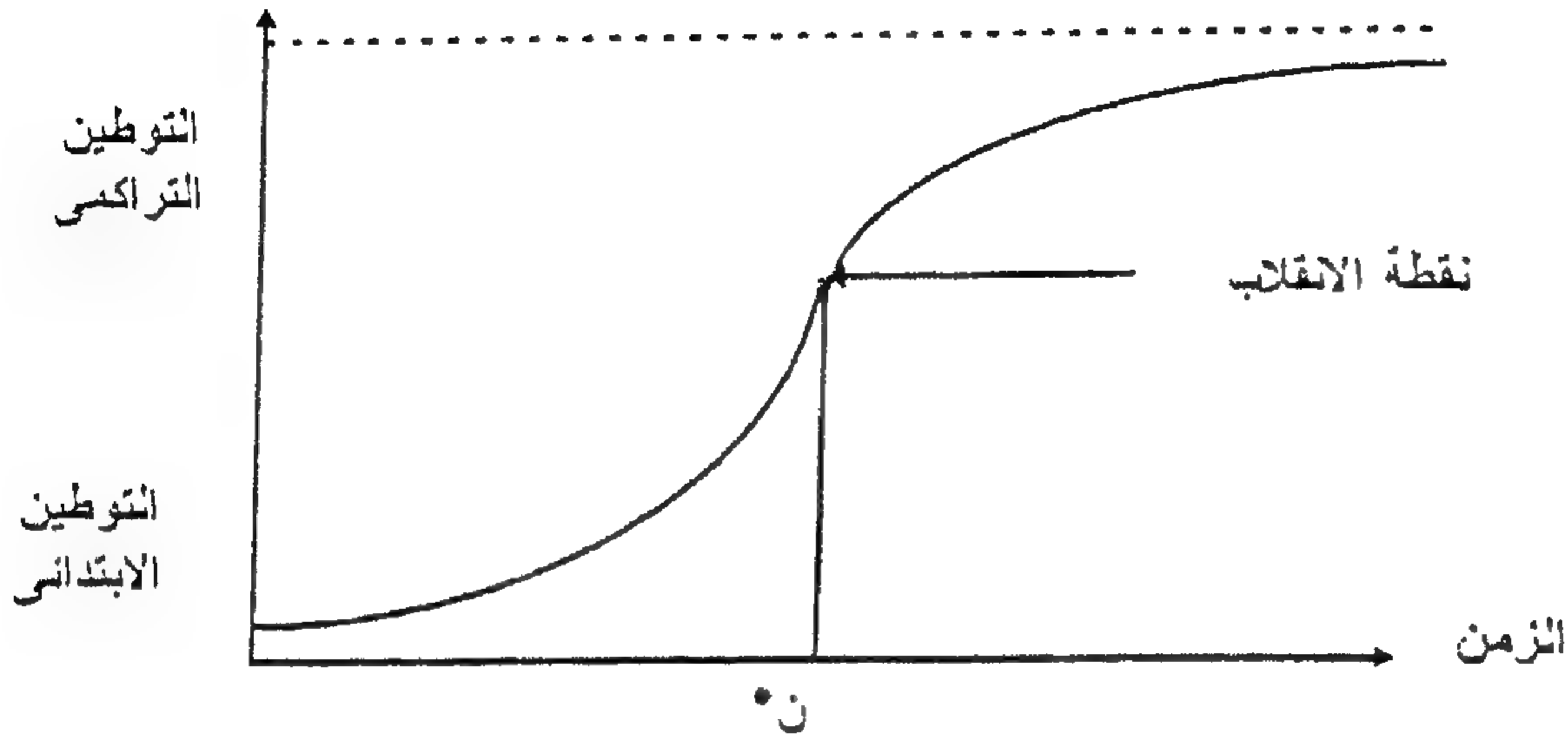
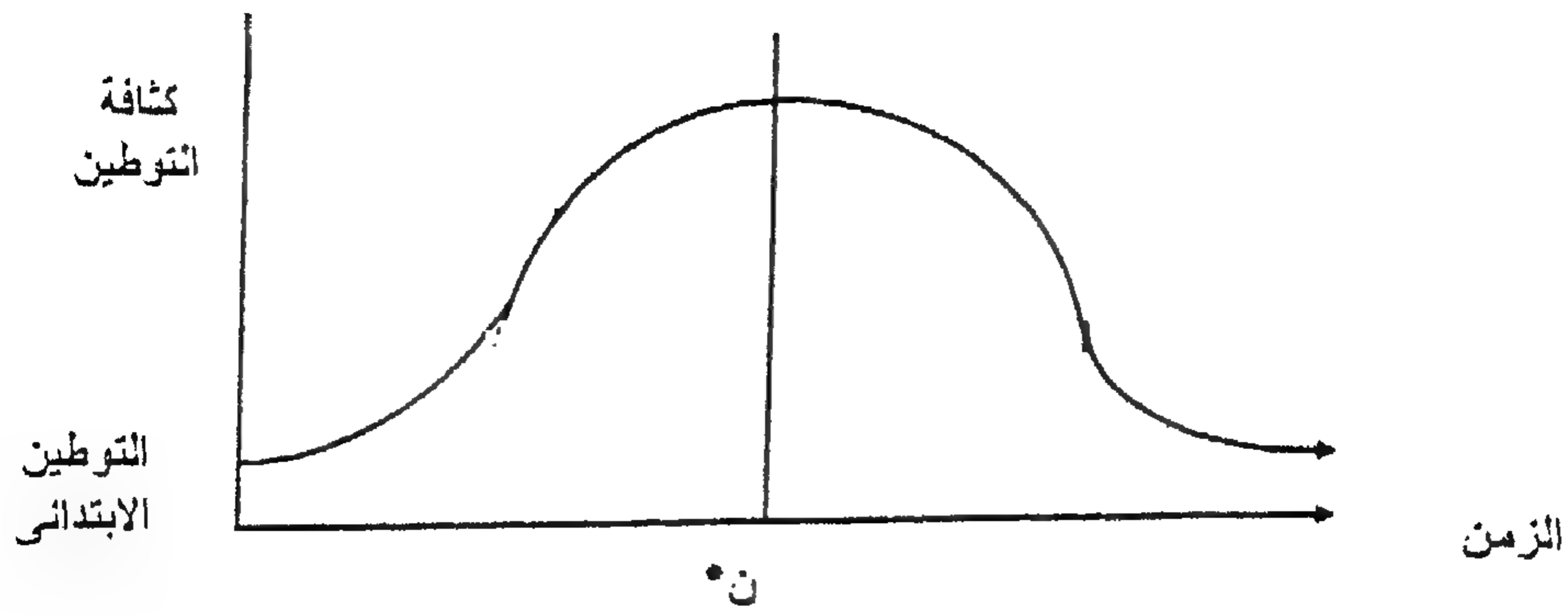
أما عملية التوطين ومعدلها فيوضحه شكل (٣) :



شكل (٣) والذي يحدد خمسة مراحل :-

- ١- مرحلة التكوين
- ٢- مرحلة المواطنين المبكرين
- ٣- الاغلبية المبكرة
- ٤- الاغلبية المتأخرة
- ٥- المتخلفين

ويوضح شكل (٤) نموذج الانتشار والتوطين المعرفى



لذلك فإن آلية التعلم عن الاسواق الواحد يتعين ان تتكون في ذاكرة التنظيم من خلال :-

- تحديد مفاهيم السوق بخلق إطار الاستطلاع .
- جمع وجس معلومات السوق من خلال التجريب .
- تحويل المعلومات إلى معارف تسويقية لفريق الإدارة .
- التوصل إلى تفسير ملائم وحقيقي للاسواق الواحد .
- اتخاذ قرارات المستعفة بالتقييم .

٢-٣ : الربط بين التقنيات والاسواق :- سوف نستخدم في هذا الجزء تحليلنا نستند فيه على علم بحوث العمليات .

٣-٢-١ مفهوم قيود التقنية والغلاف التقني : افترض أن شركة أو مؤسسة . حددت أهم الصفات التي يتعين أن تقدم بها المنتج إلى السوق في صفتين (اختيارنا لصفتين لامكان التوضيح البياني . ويمكن اختبار أي عدد من الصفات أو استخدام تحليل متتالي لكل صفتين معا) .

الصفة (A) والصفة (B) والتي يمكن ان تختلف من تطبيق لآخر .

ففي صناعه مثل الحاسوب المحمول يمكن ان تكون (A) صغر الحجم والوزن ، (B) امتانة .

وفي صناعه مثل آلات الاحتراق يمكن ان تكون (A) كفاءة الاحتراق ، (B) الاندماج

او يمكن عموما ان تكون (A) مؤشر الصفات الفنية . (B) مؤشر الصفات الجمالية

وفي مجال التقنيات سوف نفترض للتوضيح فقط أن المؤسسة تضع في اعتبارها ثلاثة قيود

١- التصنيع :- وتتوقف على الفن الانتاجي السائد .

٢- المواد :- وتتوقف على الفن السائد في علوم المواد .

٣- البيئة :- وتتعلق بالقيود التي تفرضها التشريعات البيئية والتي تحتم تصميم محدد للمنتج .

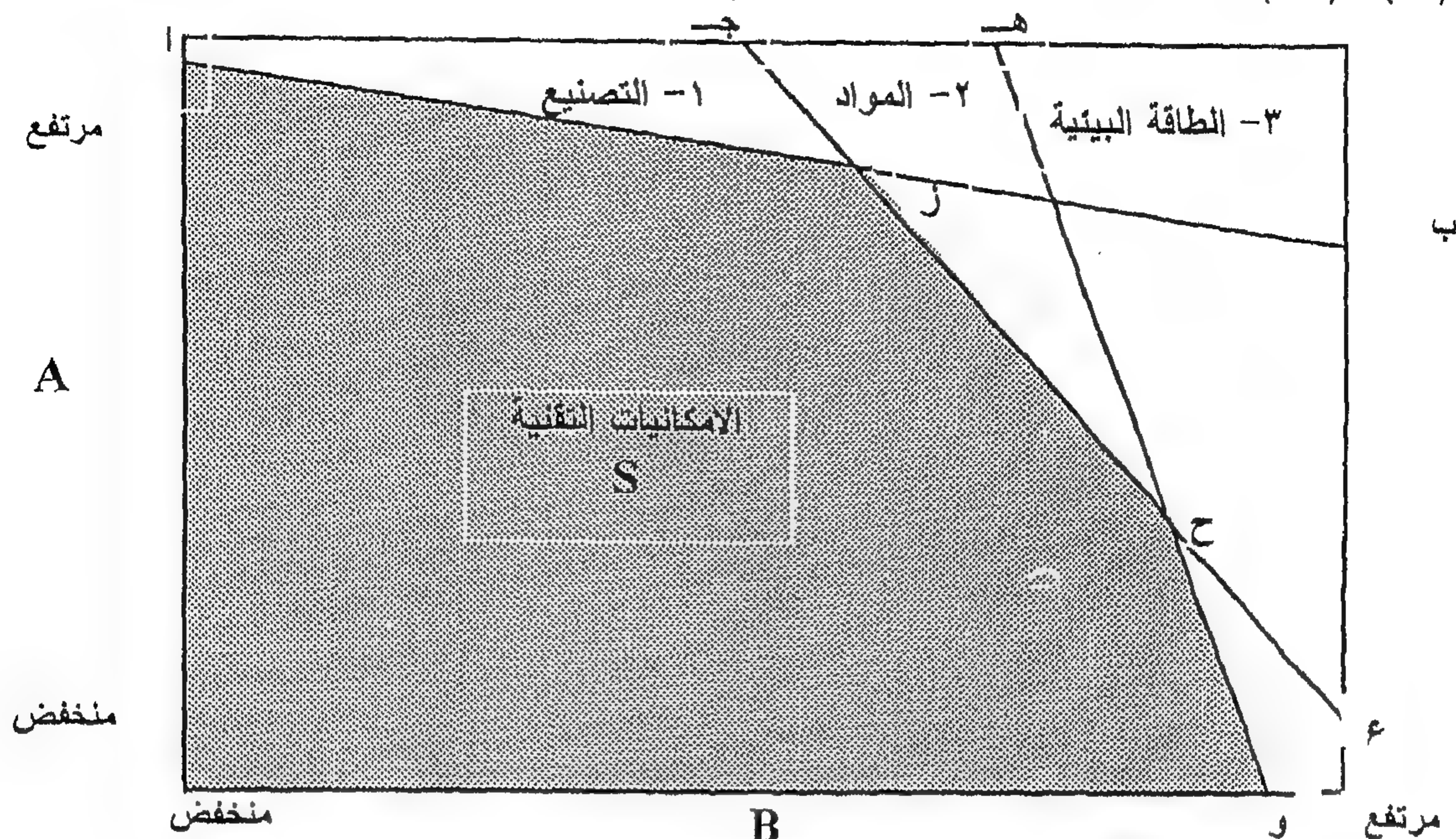
ان كل قيد وطبقا للمتطلبات والامكانيات يمكن وضعه على الصورة

$$A_i X_A + B_i X_B \{ \leq = \geq \} R_i$$

وتحدد هذه القيود منطقة الامكانيات التقنية (S) ، كذلك يسمى المضلع (ا ز ح ع) بالغلاف التقني والموضح في شكل (٥)

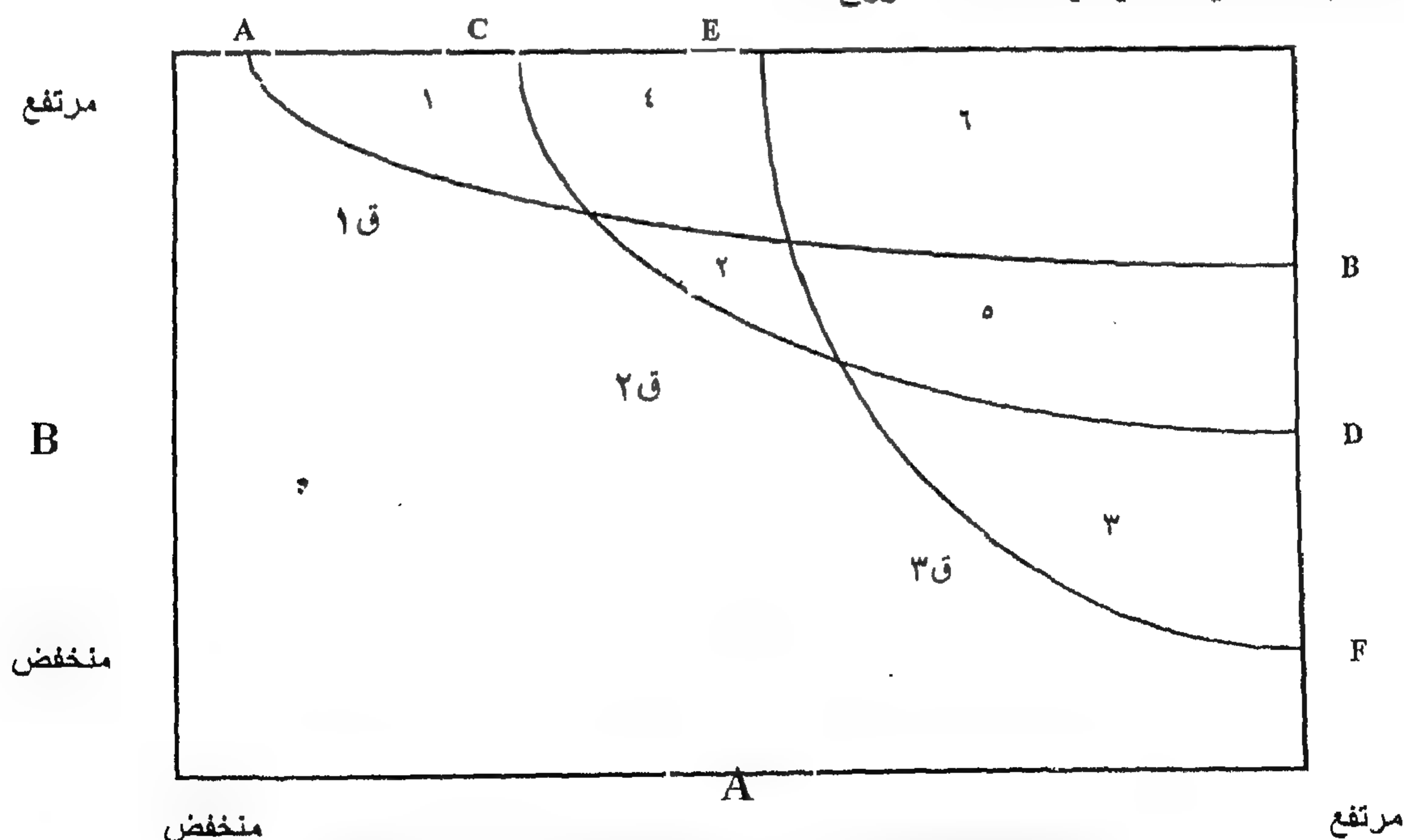
٣-٢-٢ مفهوم الاسواق :- يوضح شكل (٦) ثلاثة شرائح تسويقية يخدمها منتج او خدمة مؤسسة الاعمال وهي التوالى ق١ ، ق٢ ، ق٣ يمكن أن تمثل هذه القطاعات تقسيم ديموجرافي أو نوعي أو

مهنى طبقا للمنتج أو الخدمة ، يمثل المنحنى A B للشريحة ق ١ منحى السواء للمقايضة بين الصفتين (A) ، (B) لمستوى سعري معين وبالمثل المنحنى C D للشريحة ق ٢ ، E F للشريحة ق ٣ .



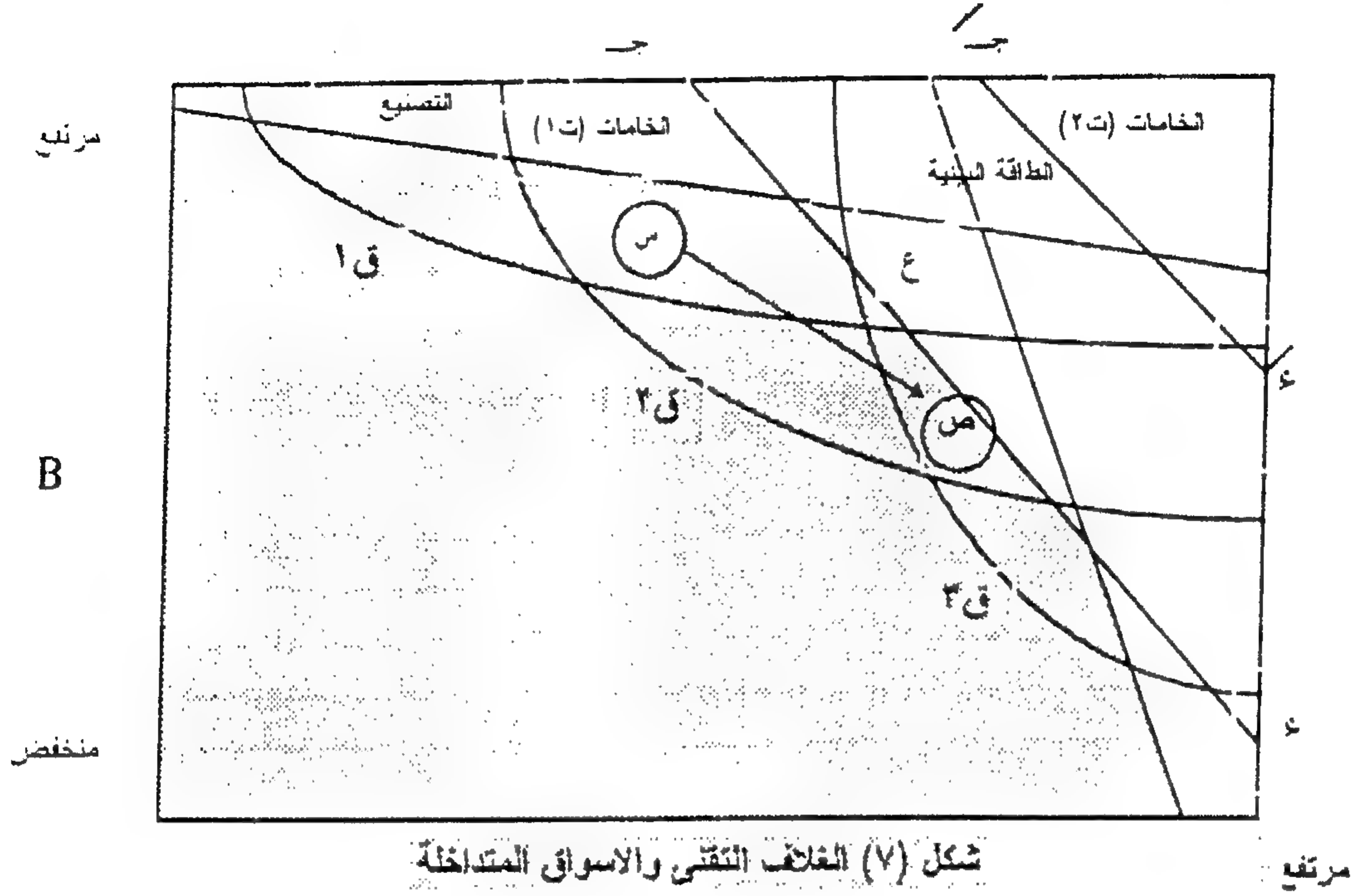
شكل (٥) القلاف التقني

فالمستهلك ق ١ مثلاً ولمستوى سعري معين تتساوى عنده الافضلية للنقطتين س ، ص .
ان الهدف الرئيسى لاستراتيجية التقنية هو إستحداث التقنيات التى تؤدى مجموعة من الصفات المرغوبة
للمستهلك والتى تحقق ربحية الشركة ، وبالتالي يكون السؤال المطروح هل التقنيات الناشئة تحقق هذه
المجموعة من الصفات ؟ فالمنتج ذو الصفات ١ ، ٢ ، ٣ فى الشكل (٦) يحقق رغبات شريحة واحدة فقط
من كل سوق ، بينما المنتج (٤) يخدم الشريحة ق ١ ، ق ٢ معا ، والمنتج (٥) يخدم الشريحة ق ٢ ، ق ٣
معا فى حين الصفات للمنتج (٦) تخدم ق ١ ، ق ٢ ، ق ٣ .
فاذا جمعنا شكل (٥) ، شكل (٦) معا نحصل على شكل (٧) .
يوضح الشكل (٧) أن المنتج س والمنتج ص للشريحة ق ٢ ، ق ٣ يمكن للمؤسسة ابتكارهم وذلك فى ظل
غلاف التقنية الحالى المتاح للتنظيم ، فى حين أن انتاج المنتج المطور والمبتكر (ع) من شأنه خدمه
الاسواق الثلاثة مما يحقق اكبر قدر من التنمية والمشاركة فى الموارد ، الا ان المنتج ع يقع خارج منطقة
الامكانيات الحالية للتقنية والمتاحة للمشروع .



شكل (٦) - الداخل وراكب الاسواق

والسؤال أى تقنية يتعين تطويرها وأى تقنيات ناشئة يتعين استحداثها ؟
يأتينا الجواب بأن القيد الحاكم هو قيد المواد ، لذلك يتعين إزاحته ليعطى التنظيم مقدرة لابتكار المنتج (ع)
. فبعد ان كان عند الخط جـ ء يتعين إزاحته حـ ء على سبيل المثال ، مما يوضح أن استثمار المشروع
فى أى تقنيات أخرى للطاقة والبيئة أو التصنيع لتحقيق له رفعا معرفيا ملائما للتطوير الملائم لخدمة
الاسواق .
وهذا التحليل رغم بساطته يعطى للاستراتيجية التقنية إتجاها واضحا ويحدد أولويات التقنيات التى من
شأنها تعديل وضع الغلاف التقنى بما يرفع القدرة التنافسية للمنشأة فى الاسواق .



٤ - بناء السيناريوهات فى الإدارة المعرفية :-

- المدارس التقليدية فى وضع الاستراتيجية تصل الى عشرة مدارس ، وهى على سبيل انحصار :-
١- مدرسة التصميم ٢- مدرسة التخطيط ٣- مدرسة الوصف ٤- مدرسة المبادرة
٥- مدرسة الادراك ٦- مدرسة التعليم ٧- مدرسة السيطرة ٨- مدرسة البيئة
٩- مدرسة الثقافة ١٠- مدرسة الترتيب

وقد ثبت بالممارسة ان هذه المدارس رغم تنوعها لا يستطيع ان تعالج الطرح الاستراتيجى للمعارف ، نظرا
لان كل هذه المدارس يعتمد على افتراض ذهنى مبدئى يتعلق بمعرفته ، بصورة أو بأخرى ، للمستقبل بما
يمكن من وضع استراتيجية حالية للمواجهه .
ونقدم فى هذا الجزء أسلوبا جديدا ومغايرا لكل هذه المدارس يتعلق - على وجه الخصوص - بثلاثة
خصائص هامة للمعارف الناشئة وتقنياتها ، وهى فى نفس الوقت أسباب قصور مدارس الاستراتيجية
التقليدية فى وضع استراتيجية المعارف ، هذه القواعد هى :-

١ - اللايقين :- حيث يعتبر منهج بناء السيناريوهات أن اللايقين هو محور عملية البناء الاستراتيجى ،
ويجب التنويه بالفرق الجوهرى بين اللايقين الذى تتبناه السيناريوهات والمخاطرة التى تعتمد على تقدير
احتمالات كمية شكلية .

ب - التعقيد :- يعتمد بناء السيناريوهات على التفاعل المتبادل بين العوامل والقوى التى تشمل القوى
الاجتماعية والتكنولوجية والاقتصادية بما يخلق مناخا مختلفا ويؤدى الى صفات جديدة ومغايرة وذلك
إعتقادا على نظرية النظم المعقدة .

ج - انتقال الصيغ :- يستهدف أسلوب بناء السيناريوهات تحدى النماذج الذهنية والصيغ السائدة حيث يكشف عن الافتراضات الرئيسية ويخلق ثقافة الاحساس بالاشارات الخفية و الضعيفة بما يدعم عملية التغيير .
تعتمد عملية بناء السيناريوهات على عشرة خطوات سوف نحاول إلقاء الضوء عليها بما يمكن القارىء من تجريب هذا الاسلوب المتفرد والواعد .

٤-١ : تعريف الموضوع :- تعريف الموضوع المطلوب فهمه فى اطار الزمن ومجاله وتحديد متغيرات القرار الرئيسية ، ويجب ان يكون مجال السيناريوهات اوسع من الصناعة او عائلات المنتجات او شرائح السوق او التقنيات السائدة فى الاعمال بما يمكن من تكوين منظور كلى وشامل .

٤-٢ : حدود المنتفعين :- تحديد المنتفعين والفاعلين الذين يتاثرون ويؤثرون على الامور ، والمنتفعين يجب أن يشملوا داخل وخارج التنظيم ، فامور البيئة مثلا قد تشمل عناصر القضاء والصحافة وجماعات مدنية .

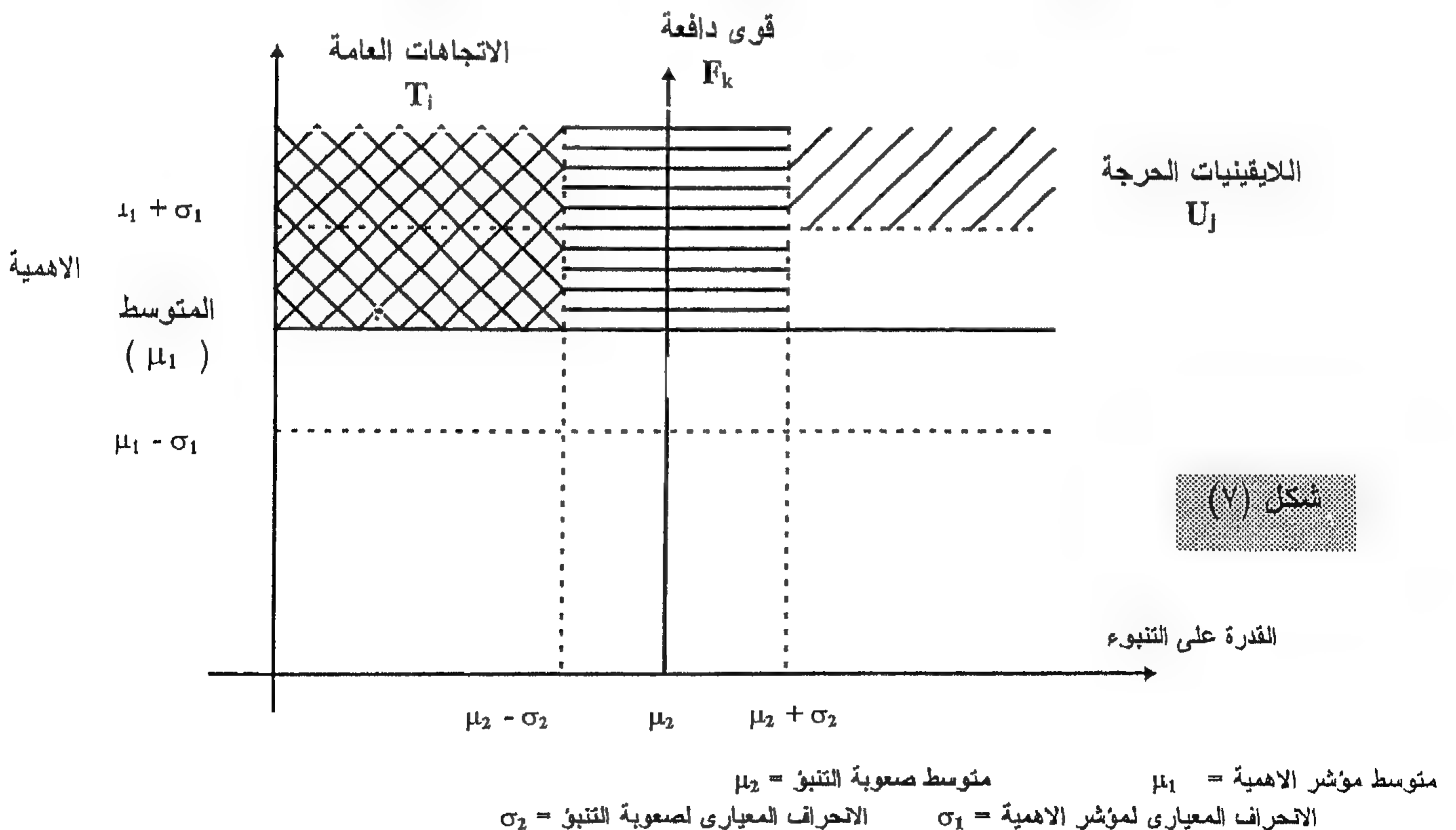
٤-٣ : القوى الدافعة :- حدد القوى الرئيسية التى تشكل المستقبل فى النطاق الذى حددته فى الخطوة الاولى ، ويتعين أن تغطى هذه القوى مجالات اجتماعية واقتصادية وسياسية وبيئية وتكنولوجية ، وقد نتفرع الى مجالات تشريعية وطبية وعلمية .

هذه العملية تكرارية وتؤدي الى تعلم مستمر يؤدي بدوره الى بروز قوى أخرى ، وموضوعات جديدة .
يقيد فرق العمل والمجموعات المستعرضة تحديد صفتين رئيسيتين لهذه القوى .

الصفة الاولى : هى اهمية هذه القوى ويمكن تقدير الاهمية باستخدام مقياس " لكر " بقيمة
هام جدا = 5 عديم الاهمية = 1

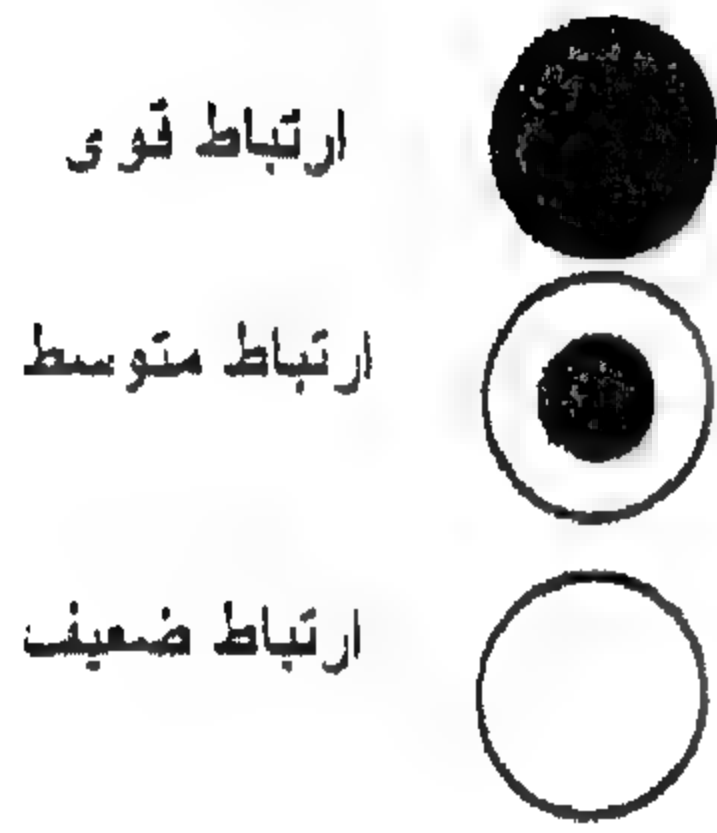
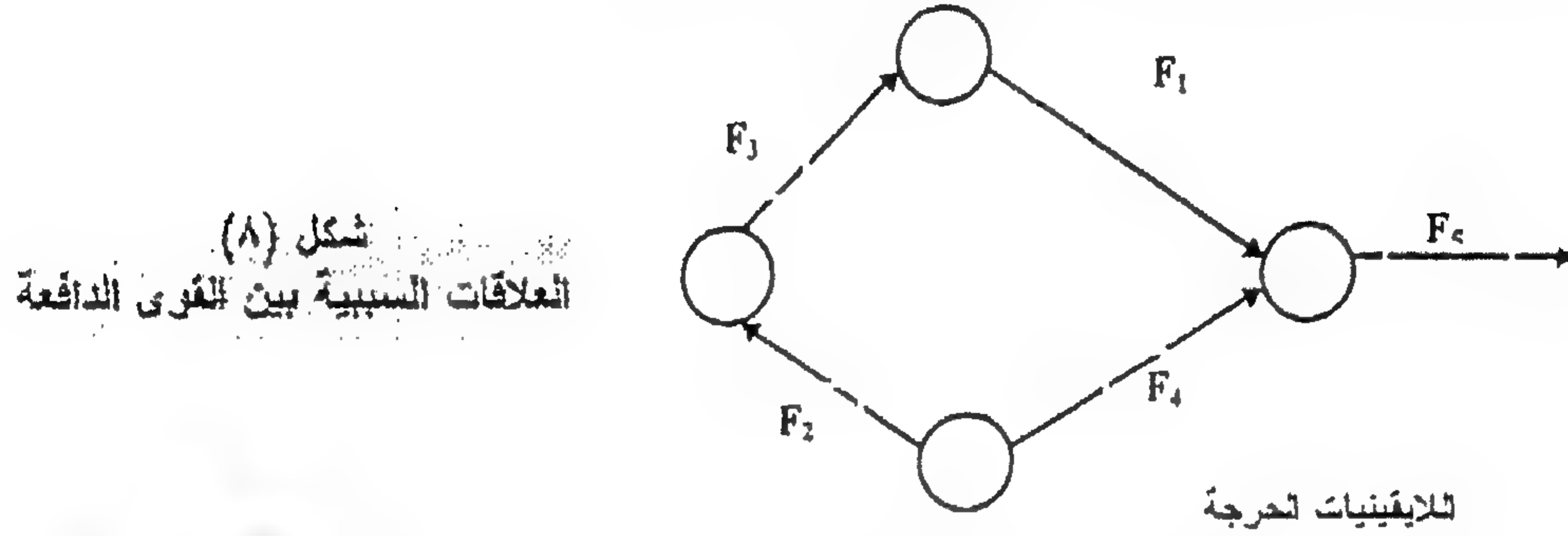
والصفة الثانية : إمكانية التنبوء ، باستخدام نفس المقياس
غير قابل للتنبوء = 5 ممكن تماما للتنبوء = 1

إن توضيح القيم على خرائط ، مثل خرائط " شيورات " للجودة ، مفيد جدا فى دراسة المجموعات العنقودية للمتغيرات ، حيث المنطقة التى تكون فيها القدرة على التنبوء ممكنة والاهمية عالية هى منطقة الاتجاهات العامة ، وتكون منطقة عدم القدرة على التنبوء والاهمية العالية هى منطقة اللايقينيات الحرجة .



٤-٤ : الاتجاهات العامة :- العناصر السابقة التحديد أو الاتجاهات العامة هي عوامل تؤثر على الموضوع في قائمة القوى الدافعة وهي قابلة للتنبؤ وذات أهمية كبيرة .
أمثلة ذلك التغير الديمجرافى في متوسط العمر في مصر وتركز في الشباب ، أو الاتجاه المستزايد للمستفيدين بالمعاش ، أو معدلات الهجرة للحضر ، أو نسبة تعليم المرأة ، وقد يفيد في هذا المجال رسم الاشكال السببية التي توضح تفاعل بعض القوى فيما بينها حتى لا تقع في أخطاء إسقاط المضاى على المستقبل ويوضح ذلك (شكل ٨) احد هذه الاشكال .

٤-٥ : اللايقنيات الحرجة :- اللايقنيات الحرجة هو عوامل تؤثر على الموضوع في قائمة القوى الدافعة وهي غير قابلة للتنبؤ وذات أهمية كبيرة ، وربما يفيد في هذا المجال ان تسأل أعضاء فريق الاستراتيجية مثلا ما هي الاسئلة الثلاثة الرئيسية التي يرغبون في الحصول على إجابة واضحة عنها هذه الاسئلة التي لا يجدون إجابة عنها هي في جوهرها اللايقنيات الحرجة . إن تحديد هذه اللايقنيات الحرجة واختزالها الى عدد مناسب . ثم توضيح الارتباط بينها من الامور الهامة .



اللايقنيات
الحرجة

	U ₁	U ₂	U ₃
U ₁		○	●
U ₂	○		○●
U ₃	●	○●	

شكل (٩)
مصفوفة
الارتباط

وتفيد مصفوفة الارتباط في اختبار التناسق والاتسجام في افتراضات اللايقين .

٤-٦ : التركيز على اللايقنيات الرئيسية :- ينصح المشتغلون بعلم السيناريوهات باختيار عدد محدد من اللايقنيات -يفضل ان يكون اثنين فقط- ويمكن ان يتم هذا الاختيار بطرق مختلفة مثل التصويت او اسلوب "دلفى" و لكل لايقين حرج يكون لدينا قيمة صغرى وقيمة عليا .
ويمثل هذا الاختيار بالمصفوفة الرباعية التالية :-

اللايقين الحرج الرئيسى U₁

	U ₁ Min	U ₁ Max
U ₂ Max	B Min Max	C Max Max
U ₂ Min	A Min Min	D Max Min

شكل (١٠)
تحديد السيناريوهات

والتي تؤدي الى ضرورة تتبع اسيناريوهات A , B , C , D ، وتتل سيناريو يجب تضمين كل القوى الدافعة والاتجاهات العامة .

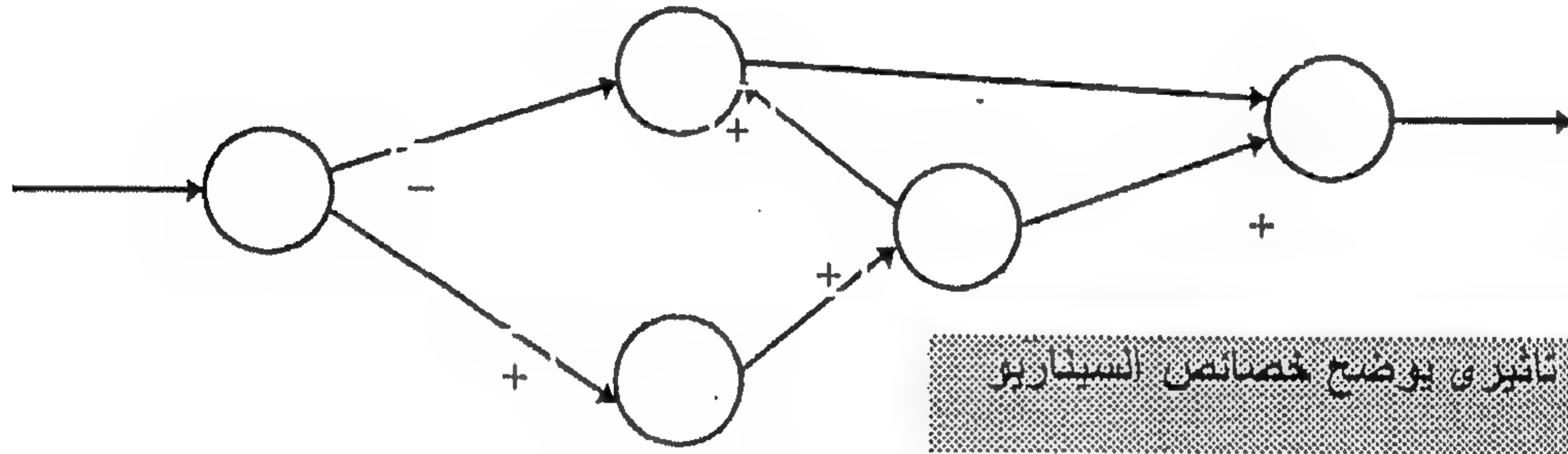
٤-٧ : اختبار التوافق :- إن التوافق والانسجام للسيناريو يجب اختبار منطقيته بعد تضمين القوى الدافعة والاتجاهات وذلك يمكن بالاجابة على الاسئلة التالية :-
 - هل الاتجاهات المستقبلية متوافقة فيما بينها ؟
 - هل تتعايش نتائج الالقينيات ؟
 - هل تصرف المنتفعين متناسبا مع اهتماماتهم ؟

٤-٨ : تقييم السيناريوهات :- بعد اجراء التعديلات الخاصة بالتناسق والتوافق والانسجام لكل سيناريو والحصول على السيناريوهات المعدلة يجب تحديد أثر السيناريو على المنتفعين بتحديد دور كل منهم ويشمل ذلك :-

- المستهلكين
- الموردين
- الشركاء فى الاستراتيجية
- المشرعين
- المستشارين
- الاكاديميين

قد تؤدى المناقشة بين المنتفعين الى ظهور موضوعات جديدة لم تكن مطروحة ، تؤدى الى تعديلات فى مفاهيم القوى الدافعة او الاتجاهات او الالقينيات الحرجة بما يؤدى الى إعادة وتعديل السيناريوهات .

٤-٩ : الاشكال التائيرية :- بعد اجراء التعديلات اللازمة والامكان التوصل الى منظور كمى يمكن التعبير عن كل سيناريو بشكل تائيرى والذي يوضح العلاقة الديناميكية كما يمكن تضمين التغذية المرتدة الموجبة والسالبة .



يلاحظ أن العلاقات السببية ليس لها درجة عالية من الهمية بقدر توضيح التفاعلات التبادلية وتوضيح شكل النموذج المركب وكيف ينشأ من تفاعلات بينية بسيطة مما يساعد متخذى القرار على توضيح النماذج الذهنية وتحديدها .

ويكون من المفيد فى هذه الحالة ان نطلب وضع كل سيناريو على شكل قصة أو رواية محكمة الاطراف ومقنعة ، ومن هنا جاءت تسميه السيناريوهات .

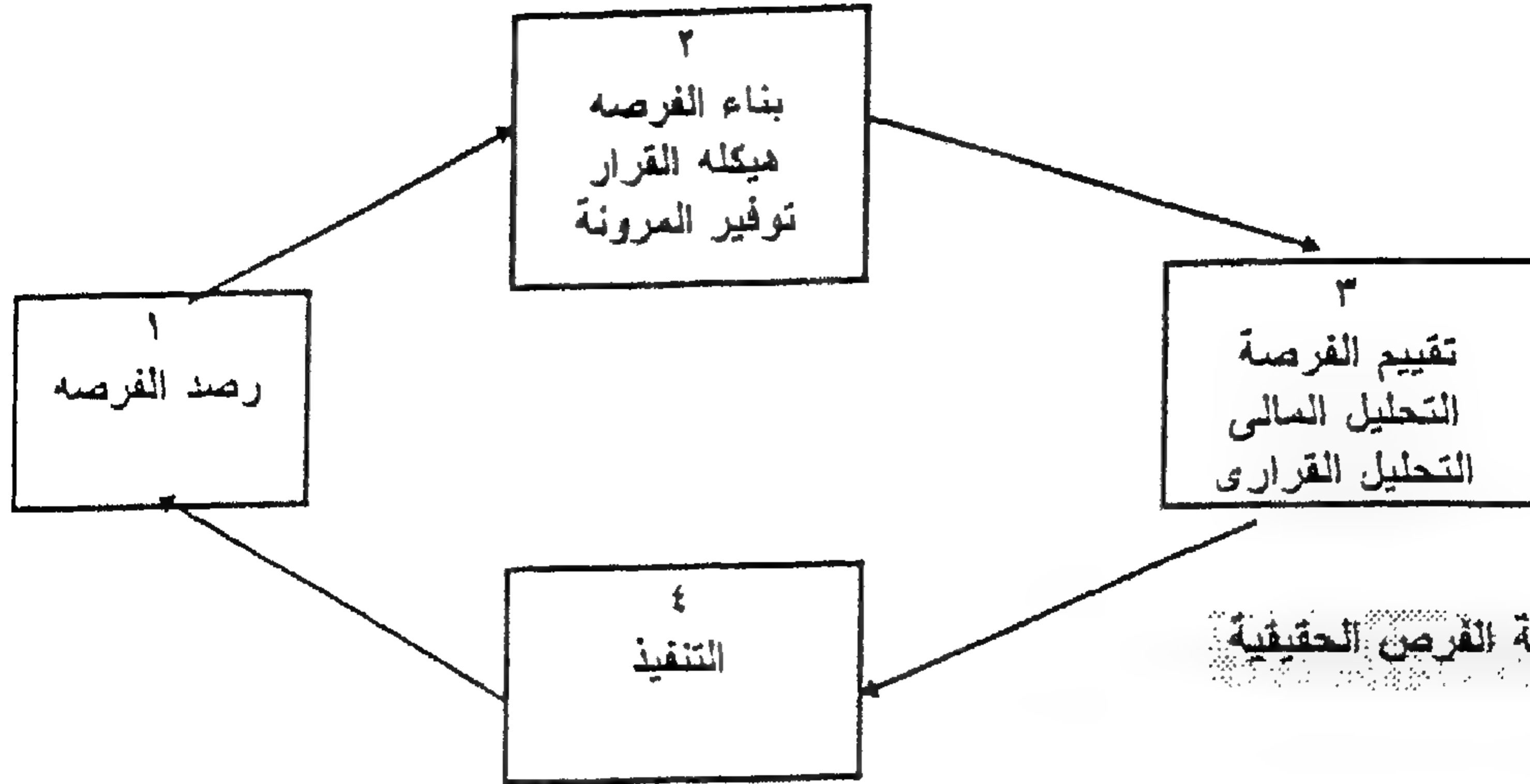
٤-١٠ : الدراسات الكمية :- بعد الانتهاء من الشكل الرئيسى للسيناريوهات يكون الخطوة الاخيرة هى تقدير مدى الالقيين فى المتغيرات الرئيسية وتحديد القيم الكمية للمتغيرات فى ظل كل سيناريو . ونلاحظ ان السيناريوهات تضع فى البداية ما يلى :-

١- ضرورة مواجهه المديرين للمتغيرات التى تحدث بقدر عالى من المرونة وبالتالى يكون الاداء الادارى مؤثر هام فى تحديد نتائج السيناريو فى نفس الوقت يجهز كل سيناريو المؤسسة على المبادرة .

٢- الابتعاد عن الاساليب التقليدية فى التحليل الكمى مثل تحليل الحساسية فى العمليات التخطيطية البحتة .

٣- مساعده المدير على إكتشاف القيود الذهنية التى تمنع اتخاذ خطوات مبادرة .

وقد برز حديثا فى مجال التقييم الكمى للسيناريوهات مفهوم تقييم الفرص الحقيقية والذي يبدأ بعد تحديد السيناريو لتحديد أو تأليف الفرصة ، من خلال رصد الفرصة ثم بناءها من خلال مجموعة التحويلات القرارية التى يمكن من خلالها هيكلة القرار ثم تقييم الفرصة باستخدام النماذج المالية والتحليل القرارى ثم التنفيذ والتطبيق ويوضح هذا المنهج فى شكل (١٢)



شكل (١٢) ديناميكية الفرص الحقيقية

ويأخذ أسلوب تقييم الفرصة فى اعتباره توقعات زيادة قيمة السهم . واحتمالات حدوث ذلك طبقا للتدخل الإدارى الذى يتم طبقا لما يسفر عنه التنفيذ الفعلى للسيناريو . ويلعب اللائقين فى نماذج الفرص الحقيقية دور ايجابيا كفرصة لزيادة قيمة الاسهم وليس كسبب فى نقص القيمة الحالية للتدفقات النقدية او صافى القيمة الحالية .

٥ - ادارة الشبكات المعرفية :-

لامكان التنظيم والاستفادة المعرفية يتعين تحليل الشبكة المعرفية التى يقع فيها المشروع .

٥-١ : تحديد الكيانات الفاعلة فى الشبكة وتحديد انواع العلاقات والروابط التى يمكن أن تتخذ صور مشتركة طبقا لنوع النشاط والموارد المتاحة للاطراف ، وعلى سبيل المثال وليس الحصر يمكن ان تصاغ علاقات مثل :-

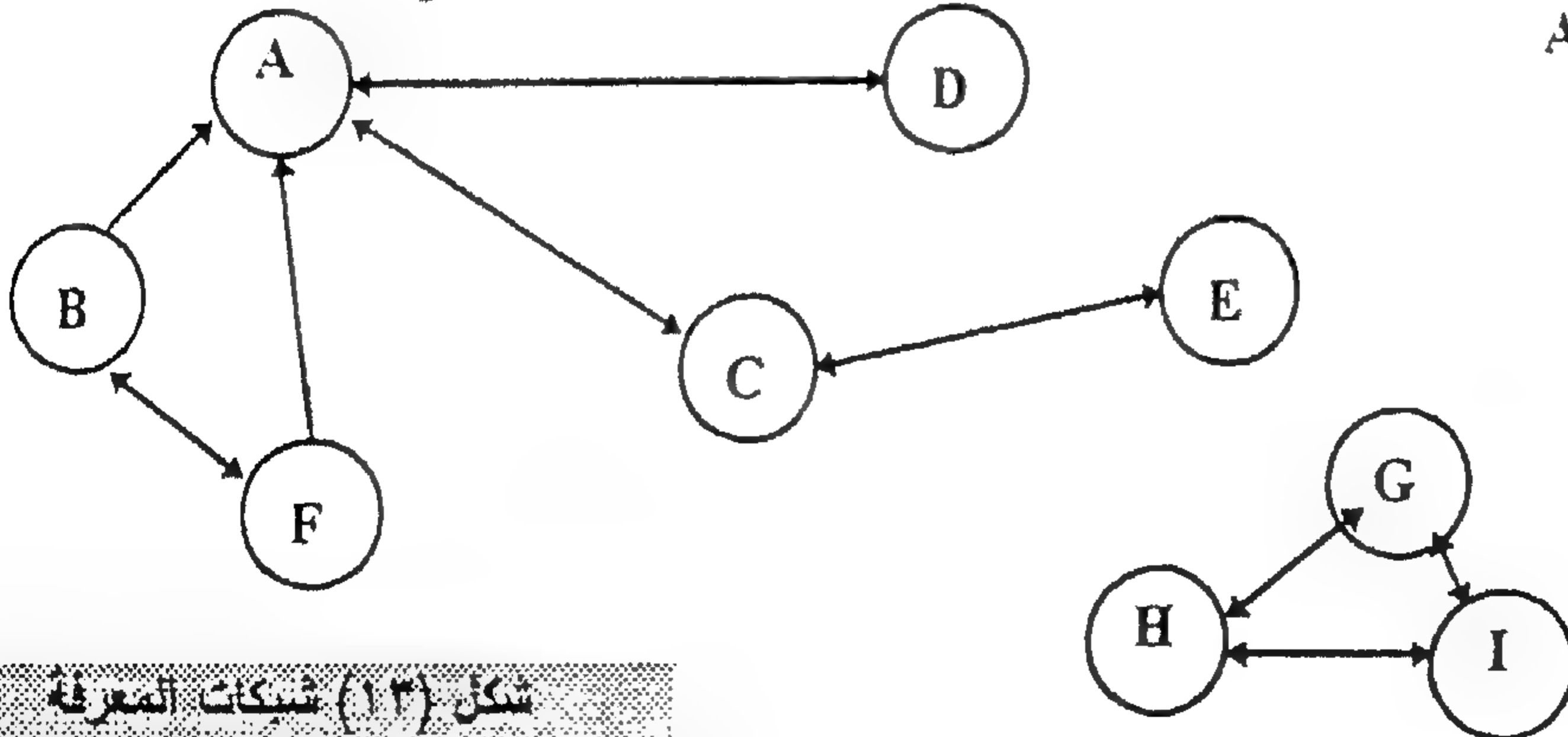
- ١ - تحالف .
- ب - مشاركة تعاونية .
- ج - تبادل معلوماتى .
- د - إتصال الكترونى .

٥-٢ : تحديد امكانيات التدفق المعرفى :- يتم ذلك بدراسة التشابه التقنى أو الجغرافى أو اشكال براءات الاختراع .

٥-٣ : الميزة الشبكية :- يمكن قياس الوضع التنافسى او الميزة الشبكية التى تحققها الشبكة بقياس :-

١ - درجة التركيز

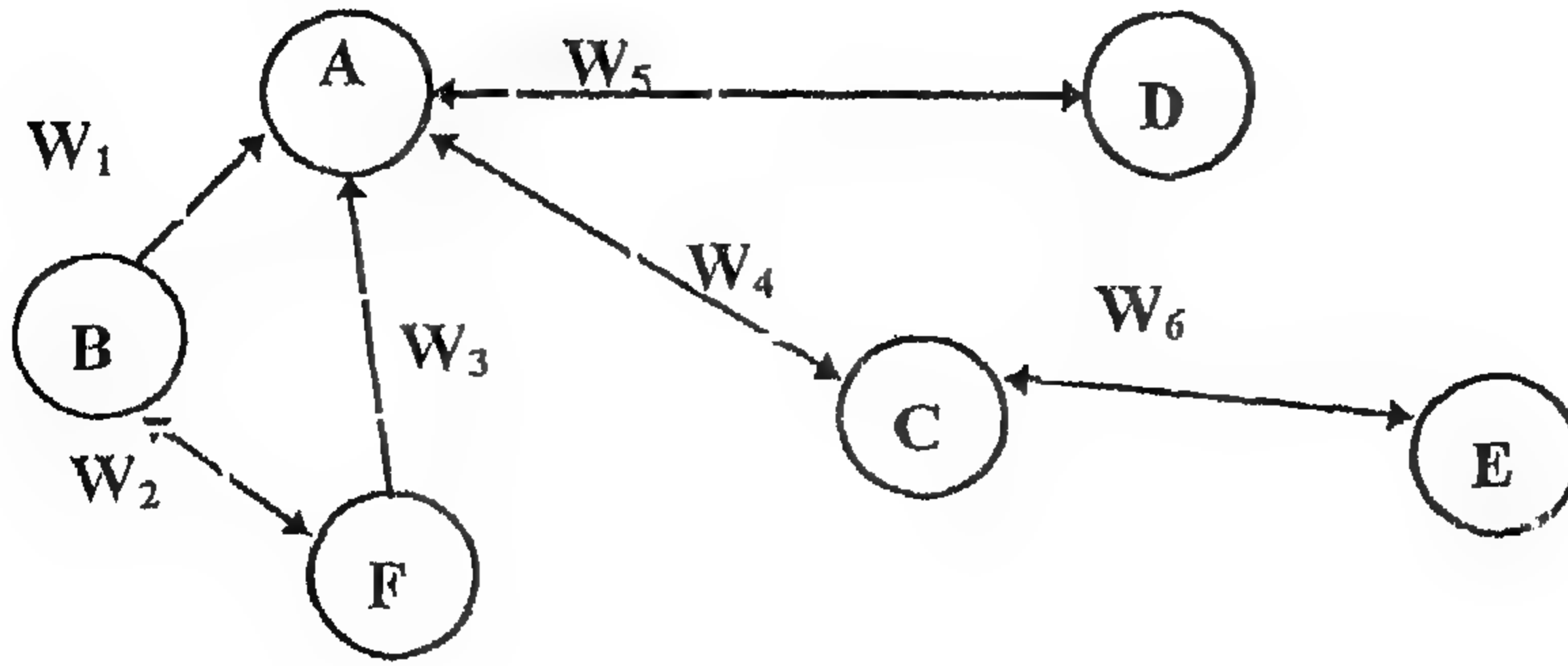
حيث يتضح ان (A) تشكل وضع مركزى للتدفق المعرفى فى عنقود معرفى يتكون من ABC, DEF



شكل (١٣) شبكات المعرفة

فى حين ان العنقوديات I G H منفصلة .

ب- الوضع المرجح :- مقياس الوضع المرجح يأخذ في إعتباره كمية المعلومات التي تتدفق بين الاطراف ونعطيها اوزانا .



وتضع قواعد الادارة للشبكات المعرفية المهام الجديدة التالية للتنظيم :-

- ا - ضرورة تحقيق رؤية عن وضع المؤسسة الشبكي
- ب - حساب الوضع النسبي والتدفق المعرفي للمؤسسة
- ج - البحث عن فرض زيادة التدفق المعرفي من خلال روابط جديدة أو وضع متمركز .

٤-٥ : الاشكال التنظيمية الجديدة لمؤسسات الاعمال :- إن العلاقات المعرفية وضرورة تعظيمها تفرض اشكال تنظيمية خارج التنظيم وداخله أيضا والتي يتعين أن تعيد صياغة العلاقات والروابط لتحقيق اهداف التنظيم والاستراتيجية في مجال الاسواق والتقنيات والعمليات بما يحتم اللجوء الى علاقات تنظيمية جديدة.

هذه الاشكال لن تلغى الاشكال التنظيمية الرسمية الهريراركية بل تضيف علاقات غير رسمية او تقديرية لشبكات تنظيمية شبكية داخلية وخارجية من خلال مشروعات واتصالات شبكية او فرق وتنظيمات مدارية.

=====

* المراجع :-

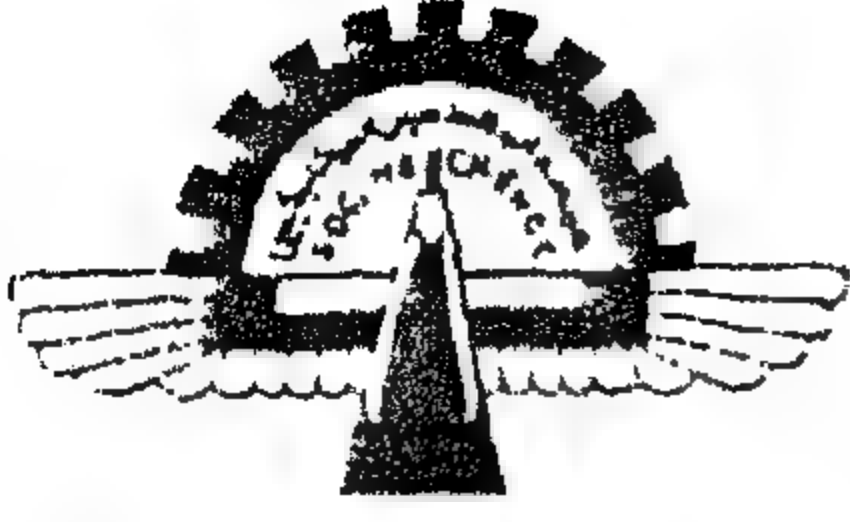
١- دكتور / لطفي لويث سيفين " الاتجاهات الحديثة في التنظيم والادارة " ورقة عمل مقدمة في المؤتمر السنوي لجامعة الادارة العليا . الاسكندرية - اكتوبر ٢٠٠٠ .

٢- دكتور / لطفي لويث سيفين " إدارة وتخطيط التكنولوجيا - رؤية معاصرة " الجمعية العربية للادارة - دار غريب ١٩٩٩ .

- ٣

WHARTON on :

“ Managing Emerging Technologies “
George S.Day , Paul H. Schoemaker
Joh Wiley & Sons , 2000



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

رفع مستوى ممارسة مهنة الهندسة الميكانيكية

3/7

اللغة كعنصر فاعل في توطيد التقنيات وتطوير مهنة الهندسة

دكتور / محمد يونس الحملاوي

اللغة كعنصر فاعل في توطین التقنیات وتطویر مهنة الهندسة؛ أ. د. محمد یونس عبد السميع الحملاوی

بسم الله الرحمن الرحيم

اللغة كعنصر فاعل في توطین التقنیات وتطویر مهنة الهندسة

أ. د. محمد یونس عبد السميع الحملاوی

أستاذ هندسة الحاسبات، كلية الهندسة، جامعة الأزهر

نبذة:

تعتبر قضية توطین التقنیات أحد أساسيات دفع المجتمع إلى الأمام، وهي قضية تتفاعل فيها عدة عوامل من أهمها التعليم. تناقش الورقة تأثير لغة التعليم على كفاءة العملية التعليمية وتخلص إلى أن الكفاءة مرتبطة بالتعليم باللغة الأم (اللغة العربية) سواء في التعليم الجامعي أم في التعليم قبل الجامعي. كما تخلص الورقة إلى أن ناتج العملية التعليمية المتدني على مستوى التعليم الأساسي يستلزم جهداً مضاعفاً من المهندسين حال تصميم مختلف المنتجات كي تؤدي منظومة الإنتاج عملها بفاعلية. وتشير الورقة إلى أن التعليم بلغة أجنبية ذا مردود سلبي بينما تعليم اللغات الأجنبية ذا مردود إيجابي. وتخلص الورقة كذلك إلى أن تطویر مهنة الهندسة سواء في حقول الإنتاج أم في المعاهد والكليات التعليمية يستلزم وجود لغة واحدة لجميع تلك الأطراف التي تتداخل فيما بينها ومع المجتمع الذي يكون المدد الدائم للمنتجات التي تستهدفها مهنة الهندسة. لقد بات تفعيل مهنة الهندسة واستمرارها في الاحتفاظ بريادتها للمناشط المجتمعية من خلال التصاقها بالمجتمع من أساسيات تطویر مهنة الهندسة ذاتها. ومن ثم تدعو الورقة إلى أن تكون لغة الربط بين مختلف مناشط المجتمع هي اللغة العربية.

١. مقدمة:

تعتبر قضية توطین التقنیات (التكنولوجيا) أحد أساسيات دفع المجتمع إلى الأمام، ومن ثم تأتي قضية ربط مختلف أوجه العملية الإنتاجية من خلال لغة واحدة من بديهيات أية منظومة فاعلة حتى تتكامل أعمال مختلف التخصصات الفاعلة في منظومة الإنتاج أفقياً إضافة إلى التكامل الرأسي داخل التخصص الواحد بمستوياته المتعددة. وهذا يدعو إلى اعتبار اللغة عنصر توطین للصناعة وأداة لتعظيم الاستفادة من المنتجات في ذات الوقت، وهو ما سوف يؤدي إلى تطویر مهنة الهندسة ذاتها نتيجة الممارسة الحقيقية بين مختلف عناصر العملية الإنتاجية ومن ثم تفاعل تلك العناصر مع بعضها داخل وخارج القطاعات الهندسية التي بات الكثير منها مجالاً خصباً لمنظومة الهندسة^١.

^١ محمد یونس الحملاوی، توطین التقنیة (التكنولوجيا)، ندوة أفق الصناعة المصرية في مدخل الألفية الثالثة، القاهرة، ١٥ نوفمبر ١٩٩٩م.

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملوى

وعلى الجانب التعليمى سواء فى الجامعة أم فى المعاهد الفنية أم فى الدورات التدريبية بعد ذلك نجد أن اللغة دوراً متنامياً فى إصلاح مسار التعليم ومنه التعليم الهندسى^١. وتشير الورقة إلى أنه بتحليل نتائج طلبة إحدى كليات الهندسة أخذاً فى الاعتبار نوعية المدرسة التى حصلوا منها على الثانوية العامة ولغة تدريس المواد فى المرحلة الجامعية، يمكننا استنباط بعض المؤشرات التى تشير إلى سلبية الدراسة باللغات الأجنبية كلفة تعليم فى مصر سواء فى مرحلة التعليم العام أم المرحلة الجامعية، بعكس التوسع فى دراسة اللغات الأجنبية ذاتها نظراً لاحتياج المجتمع لها فى منظومة التنمية. وتخلص الدراسة إلى دحض المقولة التى يروج لها باستمرار دون دراسات علمية كافية من أن مدارس اللغات والمدارس التجريبية يحصل طلبتها على نتائج أفضل فى مرحلة التعليم العام وتدحض أيضاً المقولة التى تشير إلى أن خريجي مدارس اللغات يتفوقون فى مرحلة الدراسة الجامعية على أقرانهم خريجي المدارس التى تدرس جميع العلوم باللغة العربية.

تركزت الدراسة على مجموعتين من الطلبة أولهما طلبة السنة الإعدادية فى كلية الهندسة جامعة عين شمس للعام الجامعى ١٩٩٧ / ١٩٩٨ م، أما المجموعة الثانية فكانت الطلبة الحاصلين على الشهادة الإعدادية فى محافظة القاهرة لأكثر من عام دراسى. كما تجدر الإشارة إلى أن الدراسة قامت على تحليل النتائج النهائية المعلنة فى السنوات محل الدراسة ولم تتجه نحو أسلوب الاستبيان بل شملت جميع الطلبة الذين ينطبق عليهم الموصفات فى كلا المجموعتين: وسأشير فى الدراسة إلى المدارس التى تدرس المواد العلمية كالعلوم والرياضيات باللغة العربية بمصطلح المدارس العربية سواء أكانت مدارس حكومية عربية أم مدارس خاصة وسأشير إلى المدارس التى تدرس المواد العلمية باللغة الأجنبية بمصطلح مدارس اللغات سواء أكانت مدارس لغات خاصة أم مدارس حكومية تجريبية.

٢. اللغة وتوطين التقنيات:

يقول ابن خلدون فى مقدمته أن المغلوب مولع دائماً بالغالب فى مأكله ومشربه وملبسه. وأظن أن هذا هو ما يفسر لنا طوفان الكلمات الأجنبية التى يلوكها المجتمع صباح مساء ولا يدرى مدلولها غالباً. تلك الكلمات سلبت لغة المجتمع من عقول أفرادهم ولم تستبدلها إلا برطانة غاب مدلولها، فقطعت فئات المجتمع إرباً إرباً، ولم تنتج طيلة أكثر من مائة عام أى تقدم حقيقى أو أى إبداع حقيقى. ولننساء هل تم النظر إلى لغة الحوار بين مختلف أوجه العملية الإنتاجية آخذين فى الاعتبار ما للغة من أهمية كعنصر تلتف حوله بعض المنتجات؛ ومنها منتجات ذات تقانة عالية كالحواسيب؟ وهل يتم التعامل مع اللغة على أنه عنصر مهم فى التعامل مع المنتجات سواء المستوردة أم المحلية؛ رفعا لكفاءة استخدام الآلات والمعدات وتوطينا لتقنياتها ومحوراً للفرابة عنها؟ وهو أمر يستدعى فى كثير من الأحيان تقييس توصيف تلك المنتجات وتلك التعاملات؟ وهل تم النظر إلى اللغة كأداة توطين للصناعة وكأداة لتعظيم الاستفادة من المنتجات؟ هذه المنظومة تدعونا إلى أن نقارن بين شعب يفرض على من يستعمل لفظاً أجنبياً له بديل

^١ محمد يونس الحملوى؛ نحو فلسفة هندسية لتطوير التعليم الهندسى؛ المؤتمر الدولى الثالث للتعليم الهندسى؛ القاهرة؛ ١٤-١٨ نوفمبر ١٩٩٤م.

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملوي

محلى غرامة مالية وبين شعب تقف لغته منبوذة في وسط معترك حياته! وتدعونا أن نقرن بين شعب تتناغم منظومة عمله من خلال لغة مشتركة يفهمها الجميع وبين شعب يقطع أوصاله إرباً حين يفرض على كل تخصص لغة أجنبية لينعنه من التواصل بين غيره من التخصصات ويلفصل بين مختلف شرائح التخصص الواحد!

إننا وخلال ما يقرب من قرن كانت دراساتنا العلمية بلغة أجنبية ولم يؤد ذلك إلى تفوق ما بل على العكس أدى ذلك بالإضافة إلى أسباب أخرى، إلى مزيد من التخلف عن ركب الحضارة رغم أن إسهامنا في مسيرة الحضارة الإنسانية قديماً ليس محل شك وبالتالي فإن من حقنا وواجبنا أن يكون لنا حالياً إسهام واضح في مسيرة التقدم. إن تأثير التدريس بلغة أجنبية على انتماء الأفراد سلباً لهو بالأمر الواضح تماماً مثل وضوح تأثير عملية التدريس بلغة أجنبية على مستوى الاستيعاب كما يتبين من خلال الدراسات التي أجريت على نتائج طلاب المراحل التعليمية المختلفة الجامعية منها وقبل الجامعية. ولعل هذا هو السبب الأساسي وراء فرض المستعمر البريطاني فور احتلاله مصر التدريس بالإنجليزية في المدارس المصرية.

إن نظرة سريعة على المجتمعات المتقدمة المعاصرة ليؤكد لنا أن استيعاب تلك المجتمعات للحضارة وإسهاماتهم فيها ما كان ليكون لولا تفاعلهم معها بلغاتهم وليس بلغة أجنبية. لقد استوعبت لغتنا تلك المعارف وتلك العلوم إبان فترة تقدمنا. ولم تشذ حضارتنا عن النهج الطبيعي للاستيعاب الذي يفضي إلى الإبداع فحركات التقدم كانت دائماً تتلو حركات ترجمة نشطة. وهذه حقيقة في جميع الحضارات سواء عند العرب قديماً وفي دول آسيا وأوروبا حديثاً. إسهاماتنا في العلم بكل ثقافتنا الحضارية أكبر أم إسهامات شعوب لا يزيد تعدادها عن العشرة ملايين بل وعن الخمسة ملايين؟ إن إسهاماتهم تفوق إسهاماتنا بمراحل. فهل لنا أن نلحق بهم بالعلم والعمل لا بالكلام؟

٣. خريجي المدارس التجريبية ومدارس اللغات وخريجي مدارس التعليم العام العربية

في المرحلة الجامعية (دراسة على طلبة كلية الهندسة جامعة عين شمس):

لقد شمل الجزء الأول من الدراسة والخاص بطلبة السنة الإعدادية في كلية الهندسة جامعة عين شمس جميع الطلبة المتميزين حتى لا يكون هناك مجرد شبهة تحيز في مجموعة البحث. كما شملت الدراسة فقط الحاصلين على الثانوية العامة ومن ثم فإن المحتوى العلمي لكلا المجموعتين واحد حتى نستطيع أن نحيد مختلف عناصر الدراسة عدا عنصر اللغة التي يتم التدريس بها. وتبقى بعض العناصر ذات العلاقة بمدرسة بعينها من ناحية عدد الطلبة في الفصل الدراسي الواحد والمستوى الثقافي لأسر طلبة المجموعتين وهي عناصر ذات أهمية في الدراسة وسيتم مناقشة تأثيرها على النتائج. ولقد قسمنا الطلبة المتميزين إلى مجموعتين تبعا لنوعية المدرسة التي حصلوا منها على الثانوية العامة فكانت هناك مجموعة المدارس العربية ومجموعة مدارس اللغات. وركزت الدراسة على نتائج مجموعتي الطلبة في مواد اللغة الإنجليزية، والرياضيات، والفيزياء، والكيمياء الهندسية؛ وهي مواد يتم تدريس بعضها باللغة العربية وبعضها

اللغة كعنصر فاعل في توطيد التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ.د. محمد يونس عبد السميع الحملاوي

باللغة الإنجليزية؛ إضافة إلى المجموع الكلي في الكلية، من خلال إيجاد علاقة بين تلك النتائج وبين نتائج المواد ذات الصلة بمواد الدراسة والتي سبق لهم دراستها في المرحلة الثانوية وهي مواد اللغة العربية واللغة الإنجليزية والفيزياء والرياضيات والكيمياء^٢.

ولقد أظهرت نتائج الدراسة أن متوسط المجموع الكلي في شهادة الثانوية العامة لهؤلاء الطلبة الممتازين الذين التحقوا بكلية الهندسة جامعة عين شمس في ذلك العام، لمجموعة المدارس العربية هو ٣٨٥,٨٣ درجة أما بالنسبة لمدارس اللغات فقد كان ٣٨٤,٥ درجة. وهذه النتيجة في حد ذاتها هي عكس ما يرد باستمرار من أن المدارس العربية ذات مستوى تعليمي أدنى من مدارس اللغات، وهو أمر يروج له باستمرار حتى يدخل في روع الجميع أنه كي يحصل الطالب على مجموع أعلى في دراسته لابد وأن ينخرط في سلك مدارس اللغات.

وفي مادة الفيزياء على وجه التحديد كان متوسط درجة طلبة المدارس العربية في الثانوية العامة ٤٩,٣ % في حين كان المتوسط لطلبة مدارس اللغات ٤٨,٩٧% وغنى عن البيان أن مادة الفيزياء تحتاج إلى فهم وتعبير، وأعتقد أنها دليل ومقياس جيد لمدى استيعاب الطالب. وهذه النتيجة تؤكد سابقها والخاصة بالمجموع الكلي. وبدراسة نتيجة مادة الفيزياء في السنة الإعدادية، اتضح حصول مجموعة المدارس العربية على ٣,٩٣ من ٤، بينما كانت النتيجة لمجموعة مدارس اللغات ٣,٥٨ من ٤. وبملاحظة الفرق بين درجات مادة الفيزياء في الثانوية والذي يشير إلى تفوق مجموعة المدارس العربية عن مجموعة مدارس اللغات بنسبة ٠,٦٧% نجد أن الفرق قد تضاعف ليصبح بعد نهاية السنة الإعدادية ٩,٧٨% وهو ما يعنى معدل تقدم عالى لصالح خريجي المدارس العربية حيث استطاعوا أن يحصلوا في دراستهم الجامعية قدرا أكبر من المعلومات.

ومن المفيد أن نشير إلى نتائج بعض المواد الأخرى لتبين أن نتيجة مادة الفيزياء تتناغم مع نتائج بقية المواد، فنجد أنه في مادتي الرياضيات ٢,١ فلقد حصلت مجموعة المدارس العربية على ٣,٩٦٥ من ٤، بينما كانت النتيجة لمجموعة مدارس اللغات ٣,٧٤ من ٤. وبمقارنة ذلك بمتوسط درجة مادتي الرياضيات ٢، في الثانوية العامة والتي كانت ٤٩,٧٩٥ و ٤٩,٧٦٥ على التوالي يتضح التحسن الواضح في أداء مجموعة المدارس العربية.

أما بالنسبة لمادة الكيمياء الهندسية فلقد حصلت مجموعة المدارس العربية على ٣,٨ من ٤، بينما كانت النتيجة لمجموعة مدارس اللغات ٣,٧١ من ٤. وبمقارنة ذلك بمتوسط درجة مادة الكيمياء في الثانوية العامة والتي كانت ٤٩,٣٧ و ٤٩ على التوالي يتضح كذلك التحسن النسبي في أداء مجموعة المدارس العربية.

^٢ مراد عبد القادر ومحمد يونس الحملاوي؛ أثر لغة التعليم في المرحلة الثانوية في استمرار التفوق في المرحلة الجامعية؛ دراسة على طلبة كلية الهندسة جامعة عين شمس؛ المؤتمر السنوي للسلاس لتعريب العلوم؛ القاهرة؛ ١١-١٣ إبريل ٢٠٠٠م.

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملاوي

وبالنسبة لمتوسط المجموع العام فلقد سجلت مجموعة المدارس العربية مجموعا كليا في السنة الإعدادية قدره ١٣٤٨,٢ في مقابل ١٣١٨,٦ لمجموعة مدارس اللغات. وبمقارنة تلك النتائج مع مجموع الدرجات لكلا المجموعتين في الثانوية العامة يتضح لنا بجلاء التحسن الواضح في أداء مجموعة المدارس العربية سواء على مستوى المواد العلمية؛ بصرف النظر عن لغة تدريسها؛ أم على مستوى المجموع العام.

وتؤكد تلك النتائج دحض المقولة التي يروج لها باستمرار وهي أن مدارس اللغات تعطي نتيجة أفضل في نتائجها فالعكس هو الصحيح سواء في نتائج تلك المدارس أم في تحصيل خريجي تلك المدارس في المرحلة الجامعية، وهو أمر يضع علامات استفهام عديدة على جدوى إنشاء والتوسع في مدارس اللغات الخاصة والمدارس التجريبية الحكومية وعلى الهدف الخفي من إنشائها أهي لبناء موظفين أم لبناء أبناء لهذا الوطن؟ وما هي جدوى الاتفاق على هذه النوعية من المدارس؟

والوجه المكمل للقضية هو مادة اللغة الأجنبية في الثانوية العامة. فدرجات مادة اللغة الأجنبية في الثانوية العامة كانت في صالح طلبة مدارس اللغات بمتوسط مقداره ٤٧,٦٥ في مقابل ٤٦,٨٧ لطلبة المدارس العربية. ودعونا ننظر لهذه الأرقام ونستنتج منها أن هؤلاء الطلبة الذين خرجوا من مدارس اللغات لو حذفنا من مجموعهم مادة اللغة الأجنبية لوجدنا أن عددا منهم لم يكن ليدخل كلية الهندسة جامعة عين شمس ابتداءً. النقطة الأخرى أنه بالنسبة لهؤلاء الطلبة فلقد لعبت اللغة الأجنبية دورا آخر في دخولهم كلية الهندسة حيث اختار ٤٨% منهم مادة اللغة الأجنبية كمادة للمستوى الرفيع في حين أن تلك النسبة كانت ٦٧% بالنسبة للمدارس العربية. ومن ثم يمكننا القول أن نسبة لا يستهان بها من درجات طلاب مجموعة مدارس اللغات أتت من اللغة الأجنبية وليس في مجموعة المواد العلمية. ومن ثم فأننا إذا راعينا عامل اللغة الأجنبية المضاعف الذي أفاد مجموعة مدارس اللغات فسنجد أن العديد من هؤلاء الطلبة لن يدخلوا كليات القمة وخاصة كلية الهندسة. والنقطة الأخرى أن هذا التفوق النسبي الذي مرده مادة اللغة الأجنبية قد استمر في الدراسة الجامعية حيث حصل طلبة المدارس العربية في مادة اللغة الإنجليزية على ٢٠٣ من ٤ في حين حصل طلبة مدارس اللغات على ٢٠٣٩ من ٤ مما يعني أن جزءا من محتوى التفوق لمجموعة طلبة مدارس اللغات ما زال يأتي من مكون اللغة الأجنبية وليس مكون المواد العلمية، وهو أمر يجعلنا نتساءل عن نسبة طلبة مدارس اللغات الذين لن يستطيعوا الحفاظ على مستوى تميزهم إن نحن أسقطنا مكون اللغة الأجنبية من مجموعهم الكلي؟

وحتى نلأشئ عنصر تفوق مجموعة المدارس العربية على المجموعة الأخرى في بداية الحياة الجامعية فلقد تم حساب نسبة عدد الطلبة الذين استمروا في نفس مستواهم في كلا المجموعتين. وتبين من الدراسة أنه في مادة الفيزياء استمر ٩٣% من طلبة المدارس العربية في مستواهم في مقابل ٦٤,٥% بالنسبة لمجموعة مدارس اللغات. وكانت نتيجة حساب متوسط درجتى مادتي الرياضيات في الكلية وفي الثانوية العامة أن ٩٣% من طلبة المدارس العربية قد استمروا في نفس مستوى تفوقهم في مقابل ٧١% بالنسبة لمجموعة مدارس اللغات. كما كانت نتيجة حساب متوسط درجة مادة الكيمياء في الكلية وفي

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ.د. محمد يونس عبد السميع الحملوى

الثانوية العامة أن ٨٠% من طلبة المدارس العربية قد استمروا في نفس مستوى تفوقهم في مقابل ٧٤% بالنسبة لمجموعة مدارس اللغات^١.

ولنعد إلى نقطة مجموع الثانوية العامة لأشير إلى أن العاملين الذين أشرنا إليهما في البداية وهما عدد الطلبة في الفصل الدراسي الواحد والمستوى الثقافى لأسر طلبة المجموعتين وهما عنصرين سلبيان للأسف بالنسبة للمدارس العربية حيث يزيد متوسط عدد طلاب الفصل الواحد فيها عن مثيله في مدارس اللغات والمتوقع أنه في حالة تساوى الأعداد أن يزداد تفوق طلبة المدارس العربية، أما بالنسبة للمستوى الثقافى لأسر المجموعتين فلقد فاق متوسط المستوى الثقافى لمجموعة مدارس اللغات نظيره في المدارس العربية وهو أمر يشير أيضا إلى أنه في حالة تساوى المستويين سوف يزداد تفوق طلبة المدارس العربية.

٤. خريجي المدارس التجريبية ومدارس اللغات وخريجي مدارس التعليم العام العربية في المرحلة قبل الجامعية (دراسة على الطلبة الحاصلين على الشهادة الإعدادية العامة من منطقتين من مناطق محافظة القاهرة):

بالنسبة للطلبة الحاصلين على الشهادة الإعدادية العامة تم أخذ مجموعتين تشمل جميع طلبة جميع المدارس في منطقتين من مناطق القاهرة التعليمية للعامين الدراسيين ١٩٩٧/١٩٩٨ م و ١٩٩٨/١٩٩٩ م التى بها بعض الفصول نظام مدارس اللغات وبعض الفصول نظام المدارس العربية، وذلك حتى يتم تحديد جميع العوامل المؤثرة على الدراسة عدا عنصر لغة التدريس، وتبين أن بعض طلبة المدارس العربية قد حصلوا على الدرجات النهائية في مواد الدراسات الاجتماعية والرياضيات والعلوم أما في مدارس اللغات فلم يحصل أحد على الدرجة النهائية في تلك المواد^٢.

وتشير الأرقام إلى أن طلبة المدارس العربية الذين حققوا في مادة العلوم مستوى ٩٥% و ٩٠% و ٨٥% كانت نسبتهم على التوالي ١٦,١% و ٢٣,٧% و ٣٩,٨% فى حين كانت النسب لمجموعة طلبة مدارس اللغات ٩,٢% و ١٣,٨% و ٢٠% على التوالي. والأرقام تشير بوضوح إلى تفوق طلبة مجموعة المدارس العربية. وبالنسبة للمجموع الكلى شاملا جميع المواد لطلبة المدارس العربية فقد حصل ٢,٩% منهم على ٩٥% أو أعلى من المجموع الكلى، وحصل ١٣% منهم على ٩٠% أو أعلى من المجموع الكلى، وحصل ٢٤,٤% منهم على ٨٥% أو أعلى من المجموع الكلى. ولقد حصل طلبة مدارس اللغات في المقابل على

^١ محمد يونس الحملوى؛ اللغة كعنصر فاعل في تعليم العلوم؛ مؤتمر استعمال الحاسوب في تعليم الفيزياء؛ القاهرة؛ ٢٦-٢٨ فبراير ٢٠٠٠ م.

^٢ محمد يونس الحملوى؛ تأثير لغة التعليم في تفوق الطلاب في المرحلة الإعدادية؛ المؤتمر السنوى السادس لتعريب العلوم؛ القاهرة؛ ١١-١٣ إبريل ٢٠٠٠ م.

اللغة كعنصر فاعل في توطير التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ.د. محمد يونس عبد السميع الحملوى

٣,١%، ١٠,٨%، ٢٤,٦% لنفس المجموعات. ويتبين هنا أن التفوق ليس مرادفاً لمدارس اللغات كما هو الانطباع الذى يراى ترسيخه فى أذهاننا حيث يتم إشاعة هذه المقولة الخاطئة والتركيز عليها دونما سند.

أما حينما نتفحص درجات مادة اللغة الإنجليزية فنسجد أن طلبة مدارس اللغات قد حققوا تفوقاً نسبياً فى هذه المادة فقط، بخلاف بقية المواد الأخرى، وبالتالي يمكننا القول أنه بالنسبة للمجموع الكلى المتمثل لكلا المجموعتين فإن المجموع الذى حصل عليه طلبة مجموعة مدارس اللغات فى الشهادة الإعدادية ليس معبراً عن المستوى العلمى للطلاب مثل زميله المتخرج من المدارس العربية. فجزء ليس باليسير من مجموع طالب مدارس اللغات يأتى من لغة أجنبية وليس اللغة العربية أو من المواد العلمية.

وحتى يمكننا تقييم مدى استيعاب الطلبة لأساسيات المواد العلمية فلقد قمنا بطرح درجة اللغة الأجنبية من المجموع الكلى ثم قارنا نتائج الطلبة بعد ذلك فوجدنا أن نسبة الطلبة الحاصلين على ٩٥% فأكثر فى المدارس العربية لم تتغير حيث لم يخرج أحد من هذه الفئة إلى الفئة الأخرى، فى حين خرج جميع طلبة مدارس اللغات من هذه الفئة وأصبحت النتيجة بالنسبة لمدارس اللغات صفراً بعد أن كانت ٣,١%. أما بالنسبة لفئة الحاصلين على ٩٠% فما أكثر فى المدارس العربية فلم تتغير نسبتهم تقريباً حيث خرج بعض الطلبة من هذه الفئة ودخلها آخرون لتصبح النسبة ١٢,٥% بدلاً من ١٣%، أما بالنسبة لمدارس اللغات فلقد تغيرت النسبة إلى ٩,٣% بعد أن كانت ١٠,٨%. أما بالنسبة لطلبة المدارس العربية الحاصلين على ٨٥% فما أكثر فلم يخرج أحد منهم خارج هذه الفئة لتستمر نسبتهم ٢٤,٤%، فى حين هبطت نسبة طلبة مدارس اللغات من ٢٤,٦% إلى ١٠,٨%.

وتشير الأرقام كذلك إلى أنه نتيجة طرح درجة مادة اللغة الأجنبية من المجموع الكلى وإعادة حساب نسب التفوق فلقد وجدنا أن ٥٠% من طلبة مدارس اللغات تغيرت حالتهم بالسالب وخرج منهم ٣٠% خارج فئة الحاصلين على ٨٥% فما أكثر حيث لم يحققوا الحد الأدنى للفئة وهو ٨٥% بينما لم يخرج أى طالب من طلبة المدارس العربية خارج هذه الفئة. أما بالنسبة للتغيرات الداخلية التى حدثت فى مجموعة الطلبة الحاصلين على ٨٥% فما أكثر والتى تعنى تغير حالة بعض الطلبة بين الفئات الثلاث ٩٥% فما أكثر، ٩٠% فما أكثر، ٨٥% فما أكثر، فكانت بالنسبة للمدارس العربية بالسالب بنسبة ٧,٦% ولكن صاحب ذلك تغير داخلى بالموجب بنسبة ٥,٢% لتكون نسبة التغير السالب الداخلى الكلى لمجموعة المدارس العربية ٢,٤% فى مقابل ٥٠% فى حالة مدارس اللغات وذلك حال استبعاد درجة اللغة الأجنبية من المجموع الكلى بالنسبة لمجموعات التفوق الثلاث. وهذه النتيجة تعنى أن عدداً كبيراً من الحاصلين على شهادة الإعدادية العامة من مدارس اللغات ما كان لهم أن يكونوا من المتفوقين وما كان لبعضهم أن ينخرط فى التعليم العام بل كان تحويلهم إلى التعليم الفنى هو المسار الطبيعى نتيجة عدم حصولهم على الحد الأدنى للقبول فى التعليم الثانوى العام فى ذات عامى الدراسة؟!!

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملوى

٥. التعلم باللغات الأجنبية وتعلم اللغات الأجنبية:

ليست الدعوة إلى تعريب العلوم بدعوة إلى نبذ تدريس اللغات الأجنبية؛ بل على العكس؛ فتدريس اللغات الأجنبية كلغة أجنبية في معاهد العلم المختلفة مطلب أساسى للانفتاح على المستحدث من المعارف الوافدة من مختلف الثقافات والأمم. كما أن منظومة الترجمة تعنى بالضرورة التعامل مع اللغات الأجنبية بشرط أن يتم ذلك بطريقة جادة. إن التدريس بلغة أجنبية قضية تختلف أما اختلاف عن تعليم اللغات كلغة أجنبية؛ بل أننى أرى أن يدرس الطالب أكثر من لغة أجنبية في مراحل دراسته المختلفة بطريقة جديّة فاكتمل اللغات على ثقافة أهل تلك اللغة. وما أحتاجنا للانفتاح الجاد على مختلف الثقافات. كما أن تدريس اللغات يعطى ركيزة احتياطية لأى قصور قد ينشأ في منظومة الترجمة التى لابد لنا من أن ننشئها. لقد أصبح تعريب التعليم بل وتعريب المجتمع؛ قبل أن يكون واجباً قومياً؛ ضرورة تربوية يفرضها تصحيح الممارسات الفوضوية في العملية التعليمية وفى العديد من أوجه التعاملات في المجتمع التى دفعت اللغة العربية إلى أن تنزوى في عقر دارها!

وحتى لا يتوهم ما ليس في الدراسة لابد من إيضاح أن التعليم باللغات؛ كما هي الحال في مدارس اللغات؛ أمر سلبي في حين أن تعليم اللغات أمر إيجابي. فلا يمكن لشعب يبغي التقدم ألا أن يمر من بوابة الترجمة. لقد أضحت معرفة اللغات الأجنبية سواء الإنجليزية أم الفرنسية أم اليابانية أم غيرها من اللغات، واجباً ولم يعد خياراً حتى يكون مطروحاً للنقاش، وأعتقد أنه بدون تجويد اللغة العربية وتجويد اللغات الأجنبية ستنضب روافد العلم وسنزداد تخلفاً عن ركب الحضارة. وفي نفس الوقت من المفيد التأكيد على أنه لم يصل أى شعب إلى مرحلة الإبداع بغير لغته سواء قديماً أم حديثاً، فلقد أبدع العرب قديماً بلغتهم، وكذلك الحال مع مختلف الشعوب لم يكن لها أى إبداع بغير لغتهم. القومية.

٦. تطوير مهنة الهندسة:

حافظت الهندسة المدنية وهندسة العمارة في مصر على العربية كلغة للتدريس نتيجة وجود تطبيق حياتي لهذين الفرعين داخل المجتمع ولم يمنع هذا من تطوير هذين الفرعين بصورة لا تقل إن لم تزد عن بقية فروع الهندسة وهو أمر يدعونا للتساؤل عن سبب هذا الوضع الذى يضع التطبيق في نفس الكفة مع الإنجاز العلمى والتقدم. تلك الأمور لم تلفت النظر إلا قليلاً بالنسبة لتطوير التعليم الهندسى وبات تطبيق الفكر المنظومى الذى هو بالدرجة الأولى هندسى على مهنة الهندسة ذاتها أمراً ضرورياً.

يتطلب قطاع العلوم الهندسية جهوداً عديدة كي يمكن له أن يثمر على قدر تطلع الوطن إلى جهوده. ورغم هذا نجد هذا القطاع ذاته لا يتعامل بموضوعية في داخله فلا يتم تقييم الكتاب الهندسى المتواجد في هذا القطاع ولا يتم تقييم الأداء العلمى لخريجي كليات الهندسة ولا يتم تقييم مستوى الدراسات العليا لخريجي تلك الكليات ولا يتم تناول العلاقة العلمية والفنية واللغوية بين المهندس والفنى والعامل وهو أمر بداية يفضى النظر عن جزئيات العملية الإنتاجية. وأسأل لم لم يتم تقييم محتوى برامج كليات الهندسة وغيرها من منطلق التنمية

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ.د. محمد يونس عبد السميع الحملاوي

الشاملة المتكاملة؟ ولم لم يتم تقييم محتوى برامج المعاهد الفنية والمدارس الصناعية والفنية من نفس هذا المنطلق؟ إن نظرة واحدة إلى مستوى خريجي التعليم الجامعي وما دونه سوف تجيب وبحسرة عن هذه الأسئلة. ونتيجة لعدة أسباب (لا يمكننا الجزم أن حال القطاع ليس أحدها) تقل نسب الطلاب الذين يتخصصون في دراسة الهندسة بالمقارنة بمجتمعات الدول المتقدمة. ورغم أن العامل الاقتصادي يلعب دوراً كبيراً في منظومة التنمية لكن أهميته تتغير نسبتها في وجود عناصر أخرى منها نظام التعليم على سبيل المثال والنظام الاجتماعي كذلك. في اليابان يزيد عدد طلبات الحصول على براءات الاختراع من اليابانيين عن ثلاثة أضعاف ما يقدم في الولايات المتحدة الأمريكية من الأمريكيين رغم أن عدد سكان اليابان يعادل ٤٦,٦٧% من عدد سكان أمريكا^١. وهو ما يعنى تفسير الوزن النسبي للعديد من العوامل من مجتمع لآخر. ولنتذكر أن البنية المجتمعية في الدول المتقدمة قد وفرت لها ولغيرها رصيذاً متنامياً مجانياً من البحوث يمكننا أن نستغلها مجاناً ولكننا لا نفعل. ونفس الشيء ينطبق على براءات الاختراع التي تنص مختلف القوانين على محلية تسجيلها ولكننا لا نتعامل معها. وهذا أمر يمكن أن يدخل في مجال الرشيد العلمي؟ ونقف منظومة التعليم مع غيرها من منظومات المجتمع في قفص الاتهام حين نتبين أن خريج المرحلة الابتدائية يصل درجة إتقانه للغة العربية عند إكمال التعليم الابتدائي إلى حوالي ٤٠% من المهارة المتوقعة لخريج نفس المرحلة بينما لا تتعدى درجة إتقانه للرياضيات ٣٠% في نفس الظروف. وهذا مؤشر يشير إلى تدنى فرص مشاركة هذا الخريج في بناء مجتمعه. والأخطر من ذلك أننا نجد أن درجة إتقان اللغة العربية تصل عند إتمام المرحلة الثانوية إلى ٨٠% من مستوى المهارة المتوقع عند انتهاء التعليم الابتدائي، كما تصل درجة إتقانه للرياضيات إلى ٥٠% من مستوى المهارة المتوقع عند انتهاء التعليم الابتدائي^٢. ورغم عموم هذه المؤشرات إلا أنها بداية لا تستثن من ينخرط في التعليم الصناعي كما أنها تشير إلى أن آلية الفهم لخريجي التعليم تتطلب أن يسراغى ذلك في تصميم أى منتج أو أى عملية إنتاجية أو خدمية، حتى يمكن أن نرفع من كفاءة تلك العمليات. وهذا التدنى في الكفاءة يتطلب جهداً مضاعفاً للتغلب عليه حال تصميمنا مثلاً بوابات المركبات والحافلات التي نكتفى بأن نكتب عليها ما يدل على مكان الصعود والهبوط على سبيل المثال ونحن نعرف أن نسبة الأمية في مصر تصل إلى ٤٧,٣% والبقية التي جاهدت للخروج من حائل الأمية لا يجيد العديدون منها أساسيات اللغة والحساب رغم أن نسبة الاستحاق بالمدارس الابتدائية تصل إلى ٩٥,٢%^٣ هذا الأمر يفرض علينا أن نفكر بصورة غير تقليدية لمواجهة تلك المواقف عن طريق التصميم الجيد وليس من خلال أوامر وتعليمات نعرف مسبقاً أنها لن تنفذ. هذا الأمر يفرض علينا أن نهندس الأخلاق في مناحي كثيرة بل ونمكنها إذا لزم الأمر. إضافة إلى ما سبق يبقى علينا أن نراعى ذلك البعد في مقرراتنا الدراسية خاصة في التعليم الفني^٤. كما أن التصدي لهذه المسألة في

^١ تقرير عن التنمية في العالم ١٩٩٩/٢٠٠٠، البنك الدولي للإشياء والتعمير، واشنطن؛ الولايات المتحدة الأمريكية؛ ٢٠٠٠م.

^٢ نلار فرجاتي؛ العلاقة بين التعليم والعمل في مصر؛ المؤتمر السنوى الرابع للجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية؛ القاهرة؛ ٢٠-٢٢ يناير ١٩٩٦م.

^٣ Human Development Report 2000; United Nations Development Programme (UNDP); New York, U.S.A.; 2000.

^٤ محمد يونس الحملاوي؛ هندسة الأخلاق؛ المؤتمر السنوى الخامس للجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية؛ القاهرة؛ ٢٥-٢٧ يناير ١٩٩٧م.

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملوى

الجامعة مطلوب كذلك حتى يتمكن الخريج من مراعاتها في تصميماته! ومن المفيد كذلك أن نشير إلى أهمية رفع مستوى الخريج سواء في اللغة العربية أم في اللغة الأجنبية حتى يستطيع الخريج الاستفادة من إمكانيات اللغة في أعماله. ومن السبيل إلى أن نشير إلى أن اللغة في حد ذاتها مكون أساسي في العديد من السلع ونشير على سبيل المثال فقط إلى البرامج التي تتعامل مع اللغة كمنتج مثل البرامج التعليمية وبرامج الترجمة الآلية وغيرها من المنتجات التي تدخل اللغة فيها بصورة كبيرة وإن كان من المهم الإشارة إلى أننا قلما نجد منتجاً لا تلعب اللغة فيه دوراً ما ناهيك عن تجانس دورة الإنتاج من خلال لغة مشتركة بين مستويات العمالة المختلفة داخل منظومة الإنتاج ذاتها. وفي غياب تلك اللغة المشتركة داخل منظومة الإنتاج تصبح جهود التنمية التقنية موضع تساؤل. وتجرى لغة التدريس في المدارس والمعاهد والكليات الفنية كحصار لتوجه سليم يتعامل مع الواقع كما هو ويطوره إلى مستقبل أفضل جاعلين أساسيات مهنة الهندسة أمام أعيننا من حيث انطلاقها من الواقع الحقيقي وليس الافتراضى بغية تغييره.

٧. الخلاصة:

تشير نتائج الدراسة إلى أن المدارس العربية تعطي نتيجة أفضل في الدرجات الحاصل عليها خريجها من مدارس اللغات بصورة ملحوظة. كما أن تتبع التحصيل العلمي لخريجي المدارس العربية في المرحلة الجامعية يشير إلى تميز خريجي تلك المدارس على نظرائهم خريجي مدارس اللغات بصورة ملحوظة أيضاً، وهو أمر يضع علامات استفهام عديدة على جدوى إنشاء والتوسع في مدارس اللغات والمدارس التجريبية وعلى الهدف من إنشائها؟ بل ويجعلنا نتساءل عن جدوى الاتفاق على هذه النوعية من المدارس؟

إن النهوض بقضية التعليم لابد وأن ينظر لمختلف جوانب العملية التعليمية بصورة جديّة. وليت الأمر كما يتبين من الدراسة توقف عند إهدار الأموال التي تنفق على نوعية من التعليم لا مردود تحصيلي لها بجانب سلبياتها في العوامل الأخرى التي تشكل جوانب قضية التعليم كالجوانب القومية والاجتماعية وغيرها، بل لقد تعدى الأمر ذلك عندما تم توجيه جهد طلبة مدارس اللغات بعيداً عن المحتوى العلمي في اتجاه تعليم اللغات على حساب المضمون العلمي للتعليم ذاته. وهذا الذي خلصنا إليه بما لا يدع مجالاً للشك إلى أن للتدريس باللغة العربية كلفة للتدريس تأثير إيجابياً على المحتوى العلمي لمختلف المواد التي يتم تدريسها. وذلك بجانب كون اللغة مكوناً أساسياً في المادة العلمية ذاتها. وهو ما اتضح بالنسبة للحاصلين على الشهادة الإعدادية العامة وبالنسبة لطلبة كلية الهندسة جامعة عين شمس. وهذه في ذاتها دعوة للقيام بدراسات معادلة على الكليات الأخرى تدعيماً لهذه النتائج التي يشير إليها سلوك مختلف الحضارات قديماً وحديثاً.

ومن المفيد التأكيد على أن المحتوى العلمي؛ بما فيه اللغة القومية؛ لما يتم تدريسه هدف في حد ذاته أما المحتوى اللغوي الأجنبي فوسيلة لنقل المعارف ونحن إن وضّناه في مكانه الطبيعي فلسوف ننهض بحال التعليم عندنا أما ما يتم حالياً من إهدار للمحتوى العلمي على حساب المحتوى اللغوي الأجنبي فهو أمر سلبي كما اتضح من النتائج السابقة. وأرجو أن تكون الأرقام التي عرضتها قد نجحت في لفت النظر إلى الفرق ما بين المحتوى العلمي والمحتوى اللغوي، وفي لفت النظر إلى خطأ مقولة أن مدارس اللغات

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملاوى

تعطى نتائج أفضل. إنها دعوة لمختلف الزملاء أعضاء هيئات التدريس في مختلف الكليات عامة وللزملاء أعضاء هيئات التدريس في كليات الهندسة أن يدرسوا ويفندوا المقولات المغلوطة التي ترددها أجهزة الإعلام صباح مساء من أن الطريق إلى التفوق يمر من خلال بوابة مدارس اللغات والمدارس التجريبية، وهي مقولات بتنا نسمعها وللأسف داخل الجامعة التي عليها مناط بناء الأمم، دون أن نتوقف عندها ونفكر فيها؛ بل إنها وللأسف صارت من المسلمات عند البعض الذي لا بد وأن يكون له وقفة مع الأرقام! وأعتقد أن الأمر يستحق الوقوف أمامه ليس فقط من باب الوطنية؛ وإن كانت الوطنية مقوم مهم في بناء الأمم ولكن إضافة إليه من باب وجودنا الحضارى ذاته وكذلك من باب كفاءة ما تقوم الجامعة بتدريسه لطلابها.

٨. المراجع:

- ١ محمد يونس الحملاوى؛ توطين التقنية (التكنولوجيا)؛ ندوة آفاق الصناعة المصرية في مدخل الألفية الثالثة؛ القاهرة؛ ١٥ نوفمبر ١٩٩٩م.
- ٢ محمد يونس الحملاوى؛ نحو فلسفة هندسية لتطوير التعليم الهندسى؛ المؤتمر الدولى الثالث للتعليم الهندسى؛ القاهرة؛ ١٤-١٨ نوفمبر ١٩٩٤م.
- ٣ مراد عبد القادر ومحمد يونس الحملاوى؛ أثر لغة التعليم في المرحلة الثانوية في استمرار التفوق في المرحلة الجامعية؛ دراسة على طلبة كلية الهندسة جامعة عين شمس؛ المؤتمر السنوى السادس لتعريب العلوم؛ القاهرة؛ ١١-١٣ إبريل ٢٠٠٠م.
- ٤ محمد يونس الحملاوى؛ اللغة كعنصر فاعل في تعليم العلوم؛ مؤتمر استعمال الحاسوب في تعليم الفيزياء؛ القاهرة؛ ٢٦-٢٨ فبراير ٢٠٠٠م.
- ٥ محمد يونس الحملاوى؛ تأثير لغة التعليم في تفوق الطلاب في المرحلة الإعدادية؛ المؤتمر السنوى السادس لتعريب العلوم؛ القاهرة؛ ١١-١٣ إبريل ٢٠٠٠م.
- ٦ تقرير عن التنمية في العالم ٢٠٠٠/١٩٩٩؛ البنك الدولى للإشياء والتنمية؛ واشنطن؛ الولايات المتحدة الأمريكية؛ ٢٠٠٠م.
- ٧ نادر فرجاني؛ العلاقة بين التعليم والعمل في مصر؛ المؤتمر السنوى الرابع للجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية؛ القاهرة؛ ٢٠-٢٢ يناير ١٩٩٦م.
- ٨ Human Development Report 2000; United Nations Development Programme (UNDP); New York, U.S.A.; 2000.
- ٩ محمد يونس الحملاوى؛ هندسة الأخلاق؛ المؤتمر السنوى الخامس للجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية؛ القاهرة؛ ٢٥-٢٧ يناير ١٩٩٧م.

MECHENG1

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة؛ أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملوى

بسم الله الرحمن الرحيم

اللغة كعنصر فاعل في توطين التقنيات وتطوير مهنة الهندسة

أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملوى

أستاذ هندسة الحاسبات، كلية الهندسة، جامعة الأزهر

نبذة:

تعتبر قضية توطين التقنيات أحد أساسيات دفع المجتمع إلى الأمام، وهى قضية تتفاعل فيها عدة عوامل من أهمها التعليم. تناقش الورقة تأثير لغة التعليم على كفاءة العملية التعليمية وتخلص إلى أن الكفاءة مرتبطة بالتعليم باللغة الأم (اللغة العربية) سواء فى التعليم الجامعى أم فى التعليم قبل الجامعى. كما تخلص الورقة إلى أن ناتج العملية التعليمية المتدنى على مستوى التعليم الأساسى يستلزم جهداً مضاعفاً من المهندسين حال تصميم مختلف المنتجات كى تؤدي منظومة الإنتاج عملها بفاعلية. وتشير الورقة إلى أن التعليم بلغة أجنبية ذا مردود سلبي بينما تعليم اللغات الأجنبية ذا مردود إيجابي. وتخلص الورقة كذلك إلى أن تطوير مهنة الهندسة سواء فى حقول الإنتاج أم فى المعاهد والكليات التعليمية يستلزم وجود لغة واحدة لجميع تلك الأطراف التى تتداخل فيما بينها ومع المجتمع الذى يكون المدد الدائم للمنتجات التى تستهدفها مهنة الهندسة. لقد بات تفعيل مهنة الهندسة واستمرارها فى الاحتفاظ بريادتها للمناشط المجتمعية من خلال التصاقها بالمجتمع من أساسيات تطوير مهنة الهندسة ذاتها. ومن ثم تدعو الورقة إلى أن تكون لغة الربط بين مختلف مناشط المجتمع هى اللغة العربية.

ملخص السيرة الذاتية

الاسم: أ. د. محمد يونس عبد السميع الحملوى

الوظيفة الحالية: أستاذ هندسة الحاسبات، كلية الهندسة، جامعة الأزهر

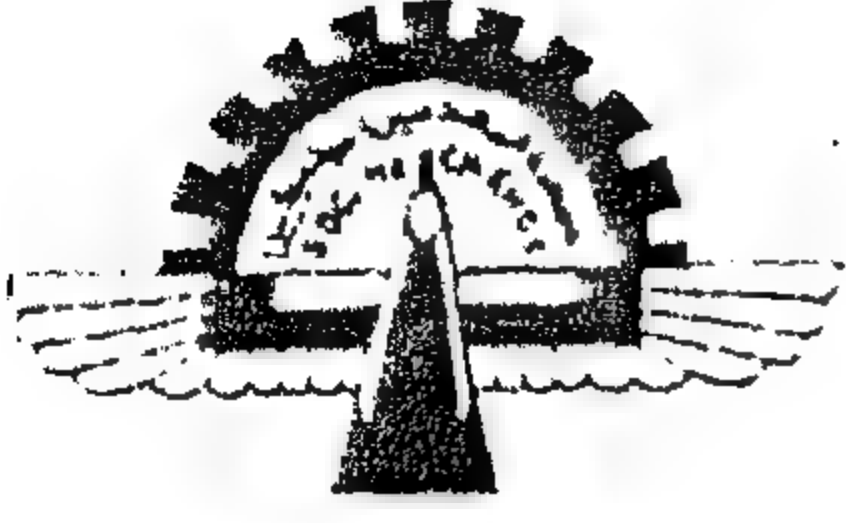
المؤهل: دكتوراه فى هندسة الحاسبات من كلية الهندسة، جامعة جنت بيلجيكاً نوفمبر ١٩٧٦م

مارس العمل التقنى فى الجهات التالية بالإضافة إلى كلية الهندسة جامعة الأزهر: هيئة المواصلات السلوكية واللاسلكية بالقاهرة، كلية الهندسة جامعة عين شمس الكلية الفنية العسكرية، هيئة التوحيد القياسى المصرية، شركة النصر للتليفزيون والإلكترونيات (قطاع عام)، مكتب مصر الاستشارى بالقاهرة (قطاع خاص)، شركة مصر فاترامو للحاسبات والأجهزة الإلكترونية (قطاع الاستثمار)، معمل القياسات والإلكترونيات بجامعة جنت بيلجيكاً، شركة وأنج أوروبا بيلجيكاً، شركة ناشيونال سيميكونداكتور بالمتيا الغربية، الاتحاد الدولى للاتصالات.

التكريم: منحة دراسية من المجلس البريطانى لدراسة تقنيات التعليم، منحة دراسية من جامعة جنت بيلجيكاً لدراسة الماجستير والدكتوراه فى هندسة الحاسبات، الميدالية الذهبية فى التدريب من الجهاز المركزى للتدريب بالقاهرة. الكتب المؤلفة: ثلاثة كتب تأليف منفرد فى الهندسة الكهربائية.

البراءات: خمسة عشر براءة ملكية صناعية.

البحوث المنشورة: أكثر من مائة بحث منشور.



جمعية المهندسين الميكانيكيين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

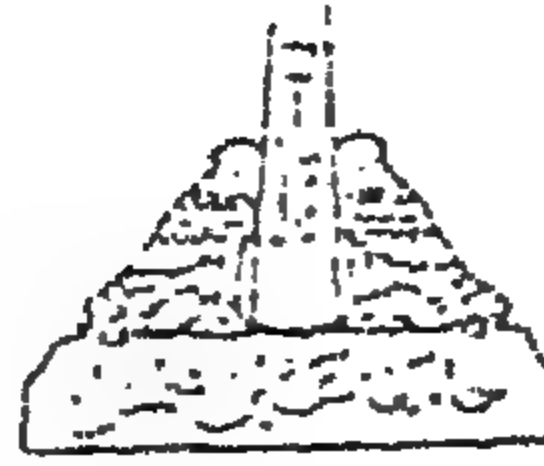
المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

رفع مستوى ممارسة مهنة الهندسة الميكانيكية

4/7

مفاهيم الإدارة النوعية الكلية وأساليب التنفيذ للحصول على المنتج الأمثل
والتطبيق الاستراتيجي للمهارات المصرية

دكتور مهندس / عزيز إبراهيم سعيد



CONCEPTS OF TQM AND BENCHMARKING: AN IMPLEMENTATION STRATEGY FOR EGYPTIAN ENTERPRISES

Aziz I. Said, Ph.D.

Professor, Faculty of Engineering
Ain Shams University, Cairo, Egypt

ABSTRACT

Various quality management-based performance measurement (PM) models have been introduced for business in the Arab world. Solving the model is not only a question of "how to do it" but also "how to make it succeed" in the age of globalization and international competitiveness. The importance of quality management lies in the methodology for implementing new approaches and modern technologies to achieve high competitive standards.

Total Quality Management (TQM) and benchmarking create the platform for development in order to satisfy the customer needs. This socio-economic integration should cover all impacts of structured planning, design, processing and production stage of the system. The most important key factors in the successful implementation of TQM-PM process is the clear understanding of the system and the planning of an effective implementation strategy. Benchmarking represents a modern activity and an inevitable step within the TQM concept to verify its advantages.

This paper reviews the concepts and methodology of PM in a TQM-based PM system. The problems of implementation are highlighted, nine criteria for evaluating measurement systems are defined. The evolution of benchmarking as a powerful concept in the quality movement and its different types are illustrated. Then it investigates the link between benchmarking and PM, some critical areas which determine the effective implementation strategy for TQM-based PM system and causes of its failure are reported. The key factors that make benchmarking to be effective and lead to successful performance are then reflected.

Finally, the paper shows the implementation strategy of benchmarking and TQM-based PM in some enterprises as case studies of Egyptian experience. Arab Contractors "Osman A. Osman and Co.", Xerox, Philips and Bavaria are some example in Egypt where an effective implementation strategy is developed. These case studies have established and documented as quality management system that fulfils the requirements of the international standards ISO 9000.

KEYWORDS

Quality management, TQM, Benchmarking, Competitiveness, TQM-based PM, Quality improvement, Case studies: Arab Contractors, Xerox, Philips, Bavaria-Egypt.

INTRODUCTION

Quality management for improvement of small and medium enterprises is based on competition and business requirements. Expressions such as "Six Sigma", "you only get what you have measured", "Standard", "Benchmark" and many other are increasingly becoming part of everyday business language. It seems that the business community has realised that measurement must become a way of life.

Measurement induces curiosity, interrogation and challenging as well as it ensures understanding strong focus and builds credibility. It means learning the right thing to be effective and to use the best knowledge available. Different models of TQM-based performance measurement have been published in the literature [1, 2]. Measurement is the natural part of analysis, control, evaluation and management process. Surveys, time studies, interviews, and work sampling are examples of data collection techniques for measurement. It is the trigger for improvement that leads to built strengths, growth and prosperity.

The development of quality management is shown in Fig.1, where quality is nothing else than the fulfillment of customer's requirements. Competition in the modern market is increased, and based, moreover on quality. New management tools and methods are developed to help improve competitive performance in delivering products and services to customers [3, 4]. Terms and techniques such as Management By Objectives (MBO), Statistical Process Control (SPC), Quality Assurance (QA), Total Quality Management (TQM), Quality Function Deployment (QFD), Just-in-time (JTT), etc., emerged to fill the question for new competitive tools. The business world of the late 1970's and early 1980's found themselves shifting their focus more and more on quality, then it is developed into the adoption of TQM in the business process of many companies[5]. Early recognition of the significance of the quality management led to the establishment of British Standard BS 5750 (1979) quality systems. The International Standard ISO 9000 quality systems (1987) put into consideration experiences gained in the use of BS 5750. The quality standard is aimed at providing guidelines that would enable organizations to adopt quality practices. It is now becoming necessary practice for organizations to obtain accreditation to these standards, in order to have their contracts renewed or retain their place in the bidders list [6].

Benchmarking is now viewed as inevitable within the TQM concept. The quality movement would inevitably lead to benchmarking as it moved from inspection to control to assurance to management. Benchmarking is a powerful concept that now abandons focus on individual steps to the quality movement but provides a holistic view of the system in which business operates [7]. In other words, the quality revolution has spawned a new approach which seeks to address a whole way in which is organized.

TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)

With the challengers of the new global competitive environment, organizations have considered quality from an independent support function to an integral part of strategic business plans [8]. Then a new management philosophy – Total Quality Management (TQM) is developed. British Standard BS 7850 (1992) defines TQM as a management philosophy and company practices that aim to harness the human and material resources of an organization in the most effective way to achieve its objective. This objective can only be achieved through management involvement at all levels, continuous improvement of products, services and processes, education and training of employees and their participation in problem solving. TQM is often termed as a journey rather than a destination, because of the continuous improvement process of the enterprise. Examples of the critical elements of TQM initiatives are customer focus, employee involvement, continuous improvement and innovative leadership. The quality management services concentrate on objectives, strategies, capabilities and deployment mechanics. Figure 2 shows the TQM circle where Supplier Quality Management (SQM) focuses on the continuous improvement of products and services purchased from outside, by establishing long-term, mutually beneficial relationships with a few quality suppliers of principal commodities.

Performance Measurement (PM) is defined as the systematic assignment of the numbers to entities. In a quality context, PM has to be equated with improvement [8]. In order to succeed with quality, organizations have to build a continually improving quality assurance system to meet customer requirements, cost management system to provide the product at a favorable price to the customer, with reasonable profits, and to deliver products on time.

TQM-based PM is primarily a tool for carrying out continuous improvements with quality as the ultimate objective; a focus on the process, on people productivity, and on best practice (benchmarking). Essentially PM in the context of TQM is about recording human activity and providing the stimulus for action with the view of doing better all the time. Success in implementing TQM-based PM is determined by organizations and human factors

to reach competitiveness. The quality of a measurement system can be evaluated using the following criteria [9] :

1. Validity of real measurement.
2. Accuracy and precision.
3. Completeness or collective exhaustiveness.
4. Uniqueness or mutual exclusiveness.
5. Reliability.
6. Comprehensibility.
7. Quantifiability.
8. Controllability.
9. Cost effectiveness.

The basics for PM then summarized to:

- (1) identifying which measures to include;
- (2) testing the measures against the nine criteria just mentioned;
- (3) operationalizing the specific measures of output and
- (4) evaluating the resulting ratios and/or indexes against the criteria.

An effective implementation strategy for TQM – based PM system depends on the following critical areas:

- a- insisting on people involvement;
- b- having a customer focus;
- c- clear understanding of the PM process;
- d- checking of existing PM methods;
- e- planning for the implementation of PM;
- f- establishing review mechanism for PM

When planning to introduce TQM-based PM system, it becomes necessary to identify what is in place in terms of measurement techniques, to assess their effectiveness, their link with strategic objectives and the role of people in it. Table (1) is an example of checklist for the auditing of a PM system.

Table 1 Auditing of Performance Measurement

Code	Questions	Yes	No
1	Is there a performance measurement in existence?		
2	Has it been effectively communicated throughout the company		
3	Is the system systematic?		
4	Is the system efficient ?		
5	Is it well understood and applied ?		
6	Is the measurement system linked to mission statement?		
7	Is there regular review and update?		
8	Is action being taken for improving performance?		
9	Are people who own processes involved in measuring their own performance ?		
10	Have employees been properly trained in conducting measurement ?		

BENCHMARKING

Benchmarking is a modern activity and it can be defined as a continuous process for the search of best industry practices that will lead to superior performance [10]. It is a continuous implementation of change, and on going questioning about methods of work, process management and on going questioning about methods of work, process management and control and the application of knowledge and creativity.

Measured performance is vital since continuous learning can only be achieved and sustained by instilling continuous curiosity. It is a way of moving forward and achieving high competitive standards. of focusing on latest developments, best practice and model examples incorporated within various operations of business organizations. Cost reduction could be an outcome of investigating the way processes are run and managed while benchmarking is a way of rationalizing processes through simplifying and identifying opportunities for improving them.

There are essentially four types of benchmarking, internal, competitive, functional and generic. They are all suggesting an evolutionary process where one builds on the other. There are two different approaches adopted in most industrial enterprises: cost-driven benchmarking. It is noticed that process-driven benchmarking attempts to understand the process for continuous improvement (i.e. plan-do-check-act), which leads to more benefits, often resulting in great cost-reduction and superior performance through a strengthening of their processes and business behavior.

TQM & BENCHMARKING AND COMPETITIVENESS

On one hand, TQM is applied through the performance of teams but involving employees in all aspects of organizational operations: tools and techniques are also used. The cross-functional approach is applied to investigate problems, identify solutions and implement them in work practices, by measuring the outcome and analysing the process time to build strength consistency and high levels of competitiveness. Benchmarking, on the other hand seeks to establish organizational objectives which are based on full understanding of customer wants, process capability and industry best practices. The objectives developed are then communicated company-wide to all employees to achieve the high levels of performance, then it is linked to TQM or the teams who work in a cross-functional manner to solve problems and achieve goals set by the manager. TQM is the wheel of improvement internally, value-adding activity for the end customer, while benchmarking is the external activity for identifying opportunities and ensuring that the wheel of improvement is turning in the right

direction towards the end destination, i.e. achieving high standards of competitiveness. The integration and total compatibility between TQM and benchmarking determines the key elements of competitiveness, which include the voice of customer through establishing current, future demands and the organizational capability to deliver customer wants. TQM companies are benchmarking their performance, process and products against the “best-in-class” for a particular function or activity. Benchmarking can be viewed as an accelerator in the TQM journey and as a widened scope of competitive analysis to the underlying operative content and the leadership skills [11].

The best way to describe the link between PM and benchmarking is that the former establishes the objectives based on a thorough understanding of the customer, the voice of the process and on current objectives best practices. PM is a mechanism which ensures that the objectives can be achieved for customer satisfaction, and of quality service and cost effectiveness. PM and benchmarking are two essential improvements for ensuring that TQM implementation will establish a culture of continuous improvement through team work using tools and systems. However, the result of TQM is measuring performance in terms of quality, cost, delivery, etc. These standards can only become competitive through the practice of benchmarking.

The following areas have to be addressed if an integrated, effective approach of measurement and benchmarking is to be achieved:

1. Establishing understanding of internal and external customer requirements.
2. Creating process for monitoring customer satisfaction levels.
3. Measuring what is important to customer, i.e. quality, cost, time, innovation.
4. Establishing process capability and maintaining the standards achieved.
5. Being aware of competitors moves and always being able to influence market behavior.
6. Creating a continuous learning organization through new knowledge and creativity.
7. Looking towards some and objectives such as :
 - achieving customer loyalty
 - employee satisfaction and retention
 - improved profitability.
 - customer retention
 - increased sales and market share

The effectiveness of benchmarking which leads to successful performance may reflect the following critical factors:

- (1) Raising competitive standards.
- (2) Inspirations from best-in-class companies.
- (3) Overall impact customer satisfaction.

- (4) Opportunity to create the learning organization.
- (5) Enhancing knowledge pool.
- (6) Bringing in state-of-art practices.
- (7) Keeping the organization externally focused.
- (8) Extending employees creative contributions.

PRACTICAL EXAMPLES OF EGYPTIAN ENTERPRISES

This section indicates the application of quality management in many Egyptian enterprises, which has been started in the 1990's for different industries. In fact, a lot of companies set up quality systems based on models given by ISO 9000 standard concerning control, measuring and testing equipment so as to prove the conformity of the product to the specified requirements. There is a great need of Arab countries to increase the rate of the ISO 9000 compliance by large companies as well as small and medium sized enterprises in order to compete internationally [12].

The experience of Xerox's company "Egypt" in the implementation of its TQM strategy-Leadership through quality – and its services and support is indicated in Fig.3. It is established in late '92 in response to market recognition of Xerox's proven capability in many countries of the world. Its quality services added value based experience in a way that can deliver results and save implementation time and money. Figure 4 indicates how a policy deployment can vital actions and integrate the key process elements. Xerox's management for customer satisfaction is shown in Fig. 5 to achieve a continuous improvement process in the global documents market. It is the largest and one of the most productive and profitable companies that has won many quality and prestigious awards.

Another example is the implementation of internal bench marking in the "Arab contractors, Osman A. Osman and Co.". This company is one of the largest contracting companies in the Middle East, and its share is about half the contracting market in Egypt [13]. The implementation has been performed within the company by comparing the performance of different branches. The performance measurement (PM) is based on many measures upon a commutative basis and a weighting system that reflect the strategic views of senior management. The implementation and results obtained are considered successful as a first step of internal benchmarking to move towards the second step of external competitive benchmarking as shown by the sample of Fig. 6.

Other case studies as Bavaria, Philips "Egypt" give good examples of quality management to meet the requirements and expectations of customers. It is noted from these examples that manpower development through continuous training plays an important role in

supporting the quality management and performance required. The decision on which standard to choose is dependent on the terms involved in the product or operations design need to acquire ISO 9001 or ISO 9003 certification. Table 2 depicts the quality system issues addressed by each of the three ISO standards, ISO 9001, 9002 and ISO 9003.

CONCLUSION AND REMARKS

The concepts and methodology of TQM – based PM and benchmarking are investigated using the impact assessment policy. The results for improving quality management and problems of implementation in many enterprises are highlighted. Nine criteria to evaluate the quality of measurement systems for effective benchmarking and the critical factors are reported. An effective implementation strategy for TQM – based PM system is developed. It is seen that benchmarking and PM are two essential improvements for ensuring the success of TQM implementation. The benefits of a continuous quality management process by introducing and implementing the necessary changes for improvement are also illustrated. Examples of the implementation strategy for some Egyptian enterprises as “Arab Contractors, Osman A. Osman and Co.”, Xerox’s company “Egypt”, Bavaria, and Philips “Egypt” are given. Concluding remarks and some rules to be applied for the success of competitiveness are here proposed.

- (1) The improvement process is continuous and never ends, therefore no destination is ever reached.
- (2) Quality is nothing else than the fulfillment of customer’s requirements.
- (3) TQM is a management philosophy which assures maximum effectiveness and efficiency within the organization by putting in place processes and systems in order to satisfy customer’s needs.
- (4) Benchmarking is a powerful tool for performance improvement, for challenging existing cultures and best practices which is inevitable for competitiveness.
- (5) Benchmarking ensures that organizations focus on the customer ,business, process and encourage them to innovate as well as to use new and continuous learning.
- (6) TQM is the wheel of improvement internally, value adding activity for the end customer, while benchmarking is the external activity for identifying opportunities and ensuring the direction for competitiveness.
- (7) There is a total compatibility between TQM and benchmarking which determines the key elements of competitiveness.

- (8) Remember, “you can’t control what you can’t measure”, so, companies have to apply cost-effective best management practices and to expand scientific knowledge for all employees.
- (9) The evaluation and selection of a certifying and registered agent is very important as well as a cooperate audit team to supervise and oversea different activities who can act as a quality management organization.
- (10) ISO 9000 specifically requires the establishment of a corrective action process, ISO-CG must establish a tracing system to follow the correction process in a timely manner.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is greatly indepted to The Mechanical Engineers Society, Cairo, Egypt for kind invitation. The author would like to thank The Dean, Vice-Dean and Head of Electrical Department, Faculty of Engineering, Ain Shams University for encouragement and useful suggestions. He would like also to thank his colleagues from the Society of Management Engineering and The Organization of Industrialization for valuable discussions and documentation as well as Xerox, Arab Contractors “Osman A. Osman and Co.”, Bavaria and Philips, Egypt.

REFERENCES

- [1] Dan Ciampa, (1992, “Total Quality”, Addison – Wesley Publishing Co.
- [2] B. Brocka, M.S. Brocka , (1992) “Quality Management”, Richard D. Irwin, Inc.
- [3] O.A. Garuin, (1988), “Managing Quality : the strategic competitive edge”, The Free Press Macmillan, New York.
- [4] James H. Harrington, (1991), Business process improvement : The break through strategy for total quality, productivity and competitiveness, McGraw – Hill, New York,
- [5] Aziz I. Said, (1996), “A Novel Efficient Engineering Management of Business Plans for the 21st Century : Quality & Steps and Uses”, Proc. 5th Int. Symposium, Engineering Management for the 21st Century, Egyptian Society of Engineers, Management Issues, Vol. 2, Cairo, Egypt.

- [6] **S.A. El-Sayed**, (1992), "Quality Guide : The Application of the International Standards ISO 9000", Ministry of Industry , Egypt.
- [7] **Michael J. Spendolini**, "The benchmarking book", American Management Association, New York.
- [8] **R.D. Moen, et al**, (1991), "Improved Quality the Planned Experimentation", McGraw-Hill, Inc.
- [9] **Aziz I. Said**, (1994), "On Quality Assurance in Small and Medium Scale Industries with a View to Egyptian Experience", Proc. Of the ASST, Damascus, Syria.
- [10] **J. Gerald Balm**, (1992), "Benchmarking : A practitioner guide for becoming and staying best of best, Quality & Productivity Management Association, Schaumburg.
- [11] **L.R. Guinta, N.C. Praizler**, (1993), "The QFD Book", American Management Association.
- [12] **J.L. Lamprech**, (1993), "ISO 9000, Preparing for Registration," ASQC Quality Press, Marcel Dekker, Inc.
- [13] **The Arab Contractors**, (1992 / 1993), "Annual Report", Egypt.

Table 2

Quality System Elements Addressed by ISO 9001, 9002, and 9003

Quality Assurance Issue	ISO 9001	ISO 9002	ISO 9003
Management Responsibility	✓	✓	✓
Quality System Principles	✓	✓	✓
Contract Review	✓	✓	
Design Control	✓		
Document Control	✓	✓	✓
Purchasing	✓	✓	
Purchaser Supplier Product	✓	✓	
Product Identification and Traceability	✓	✓	✓
Control of Production	✓	✓	
Inspection and Testing	✓	✓	✓
Inspection, Measuring, and Test Equipment	✓	✓	✓
Inspection and Test Status	✓	✓	✓
Control of Nonconforming Product	✓	✓	✓
Corrective Action	✓	✓	
Handling, Storage, Packaging and Delivery	✓	✓	✓
Quality Records	✓	✓	✓
Internal Audits	✓	✓	
Training	✓	✓	✓
After-Sales Servicing	✓		
Statistical Techniques	✓	✓	✓
Source: ISO 9000 Preparing for Registration (James L. Lamprecht)			

Fig. 1

The Development of Quality Management

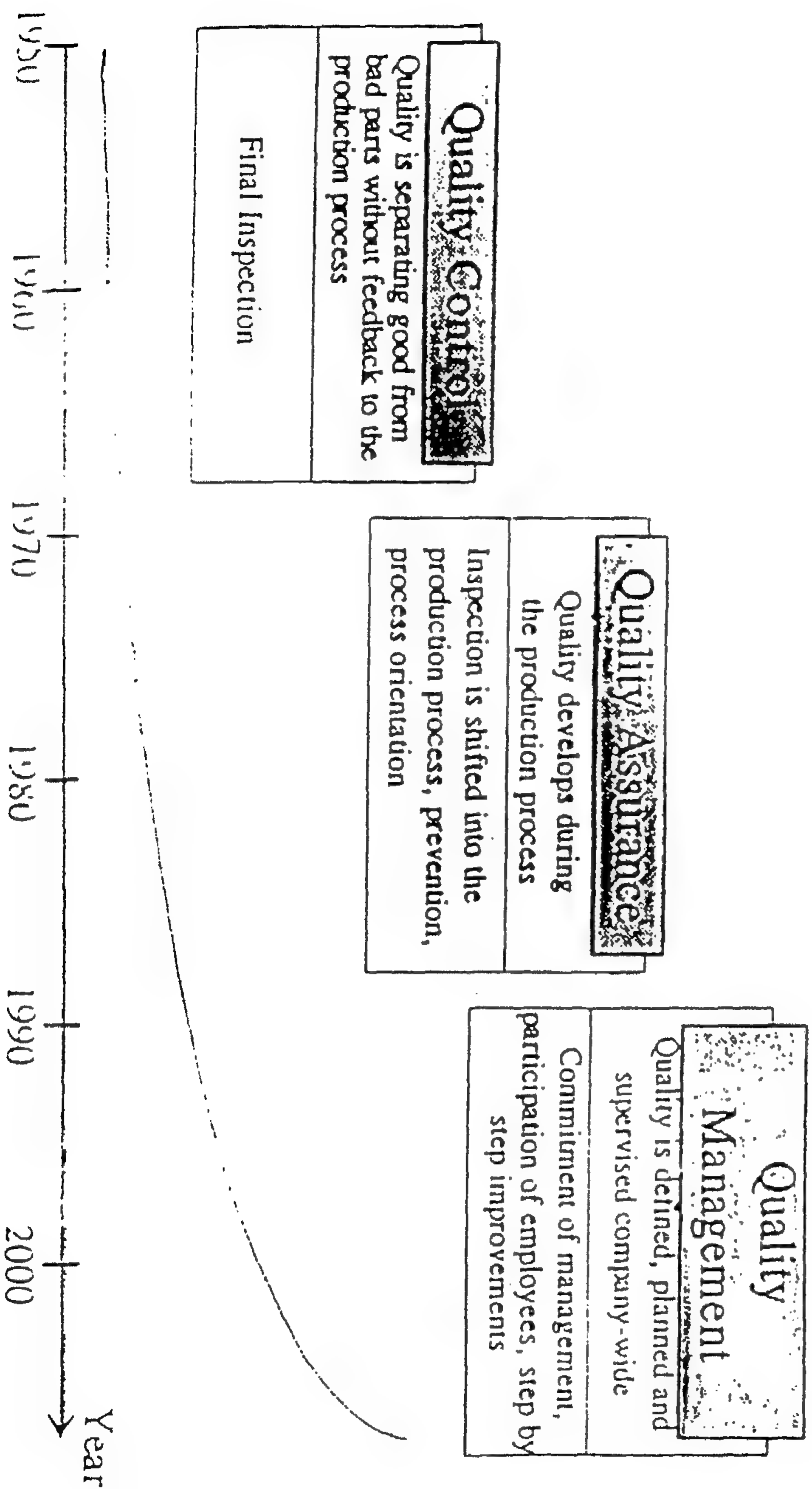


Fig. 2

The TQM Circle

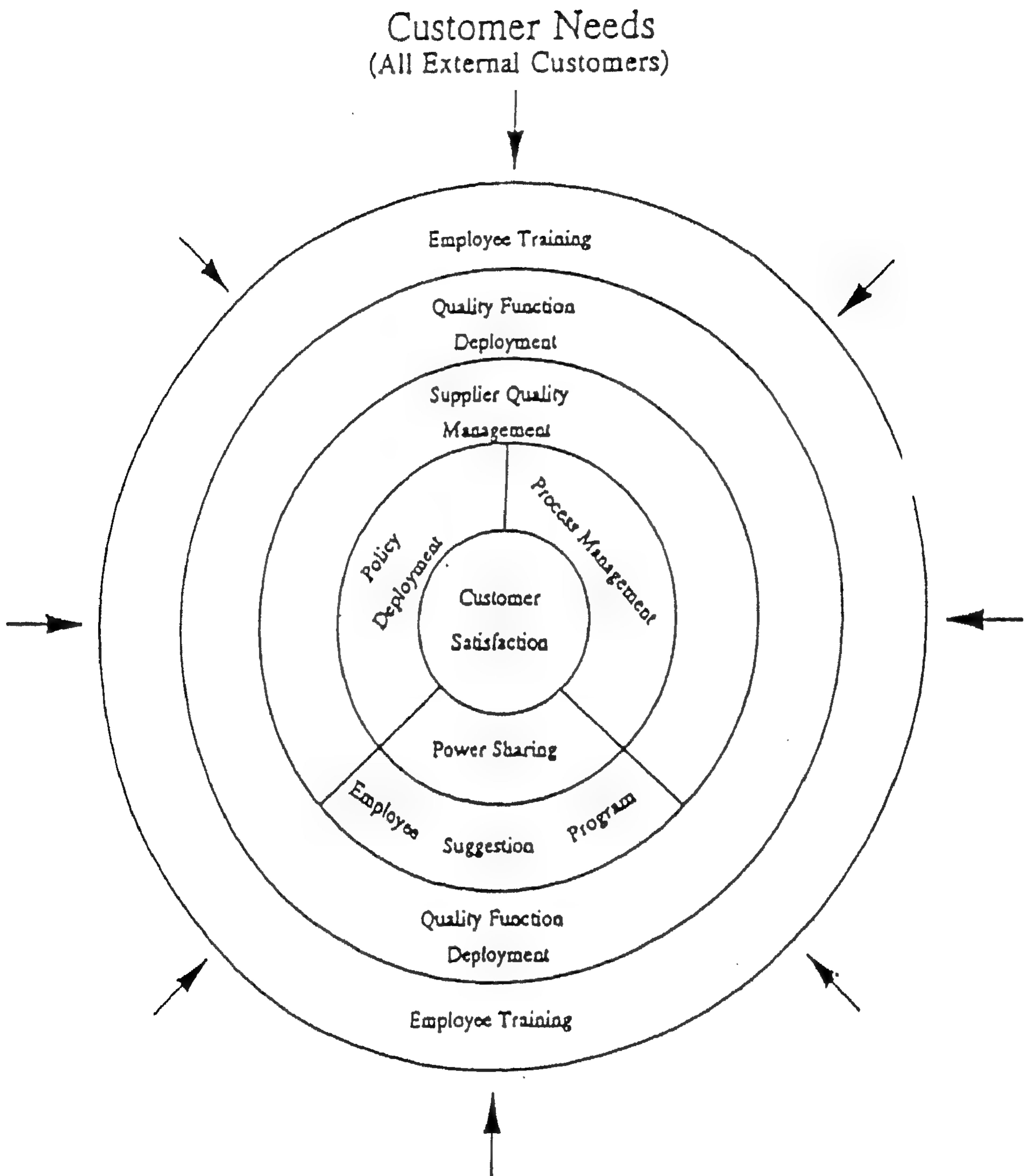


Fig. 3



Quality Improvement Process

Planning
for
Quality

Organising
for
Quality

Monitoring
for
Quality

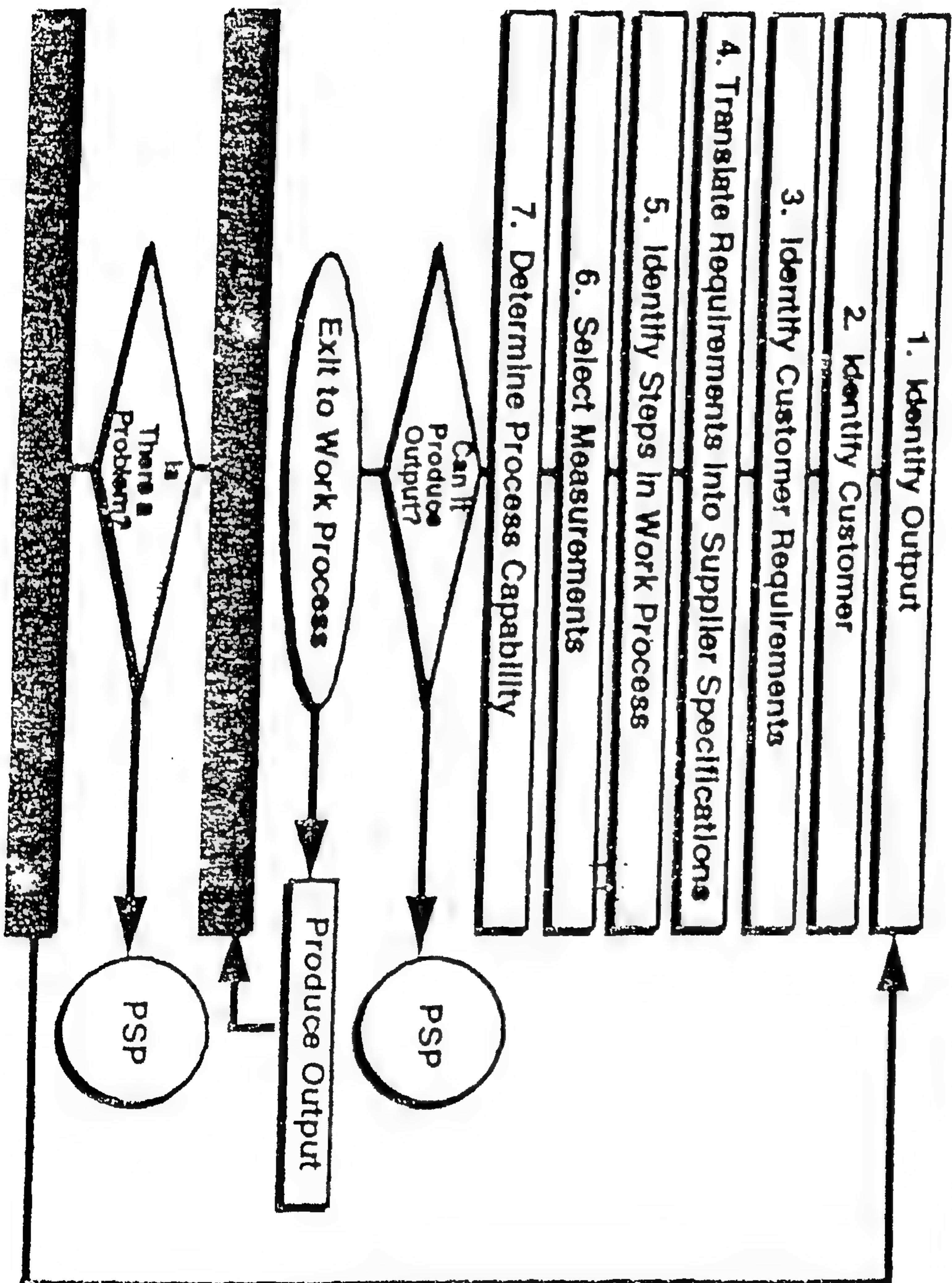


Fig. 4

POLICY DEPLOYMENT

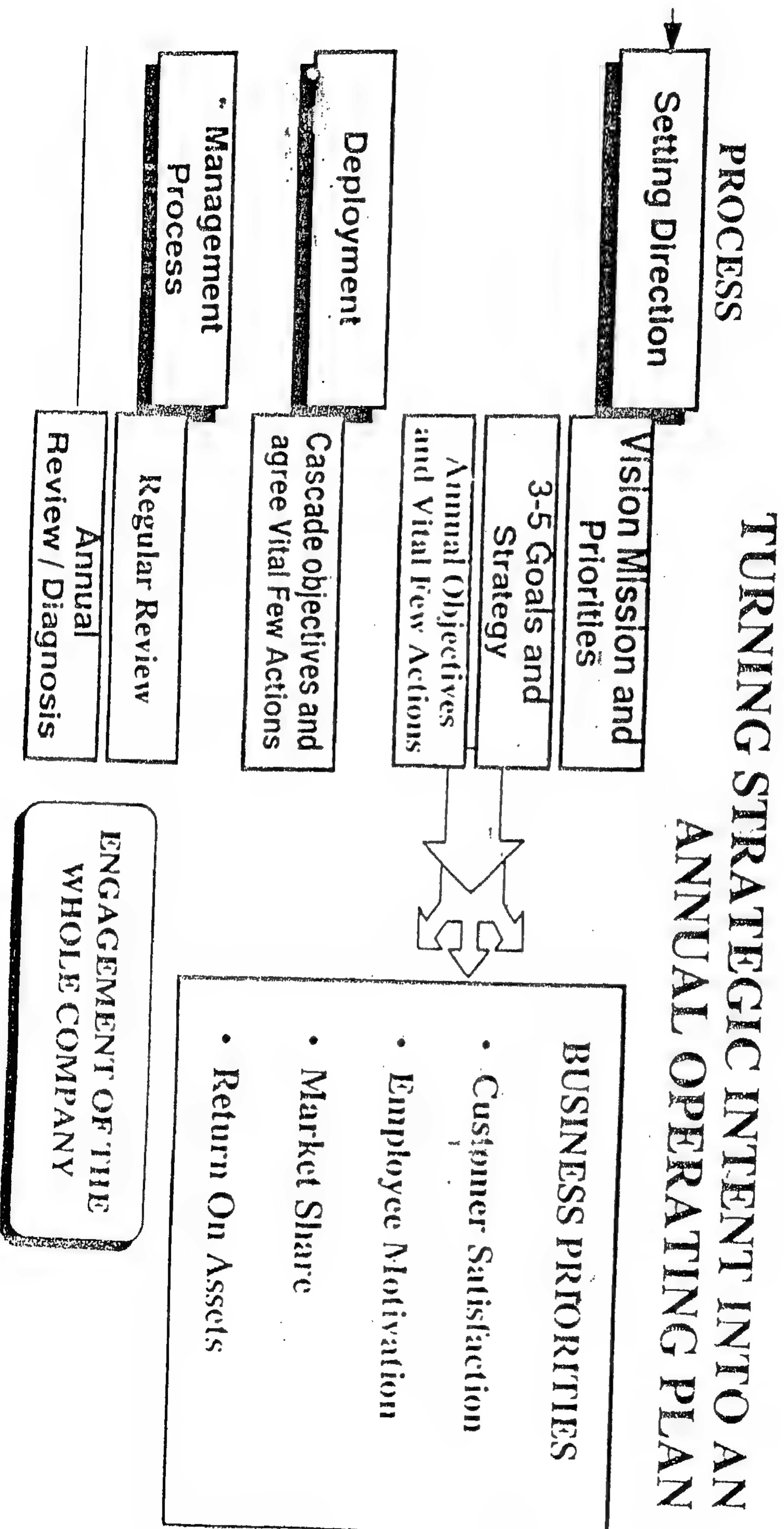
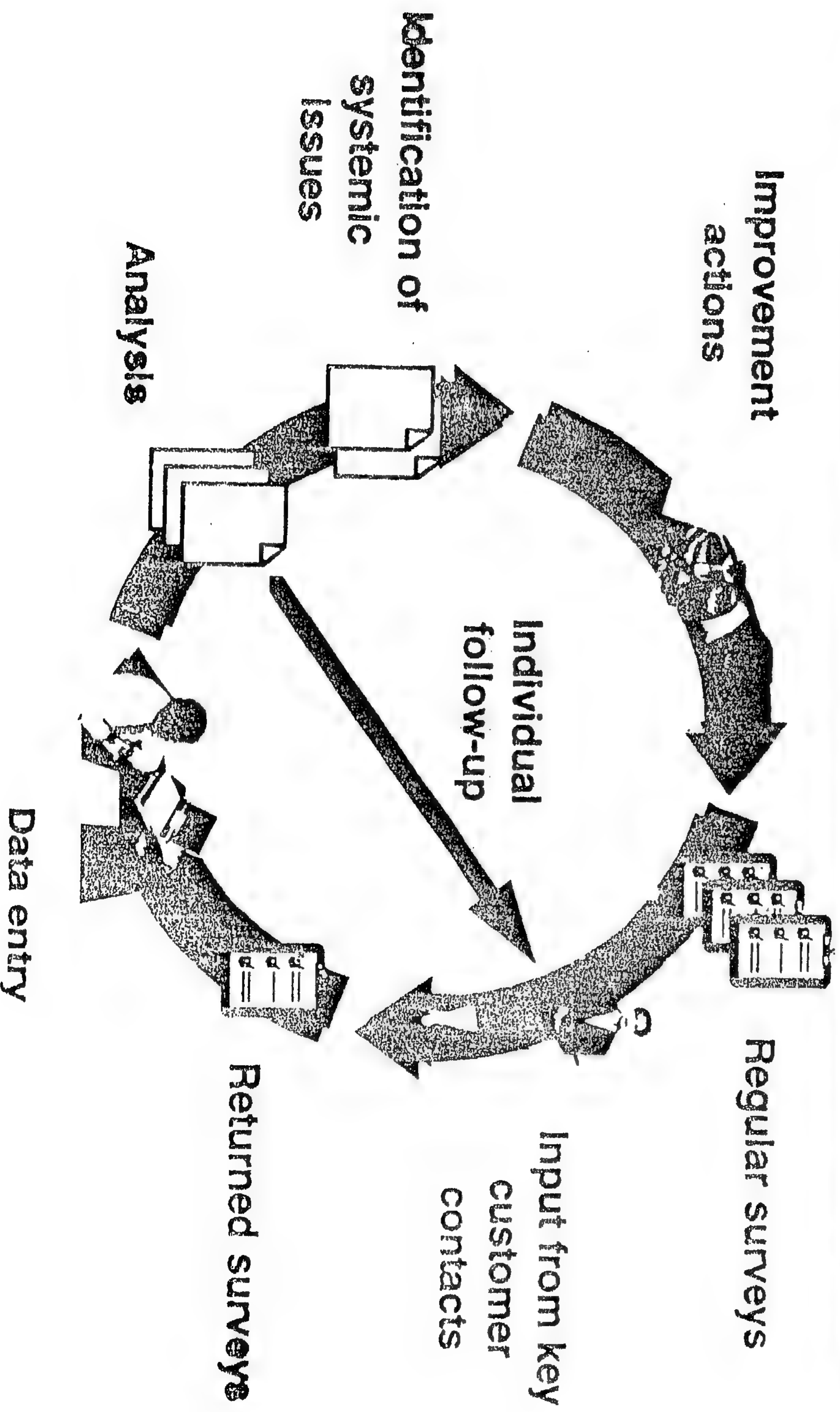


Fig. 5



Measurement of Customer Satisfaction



Data entry

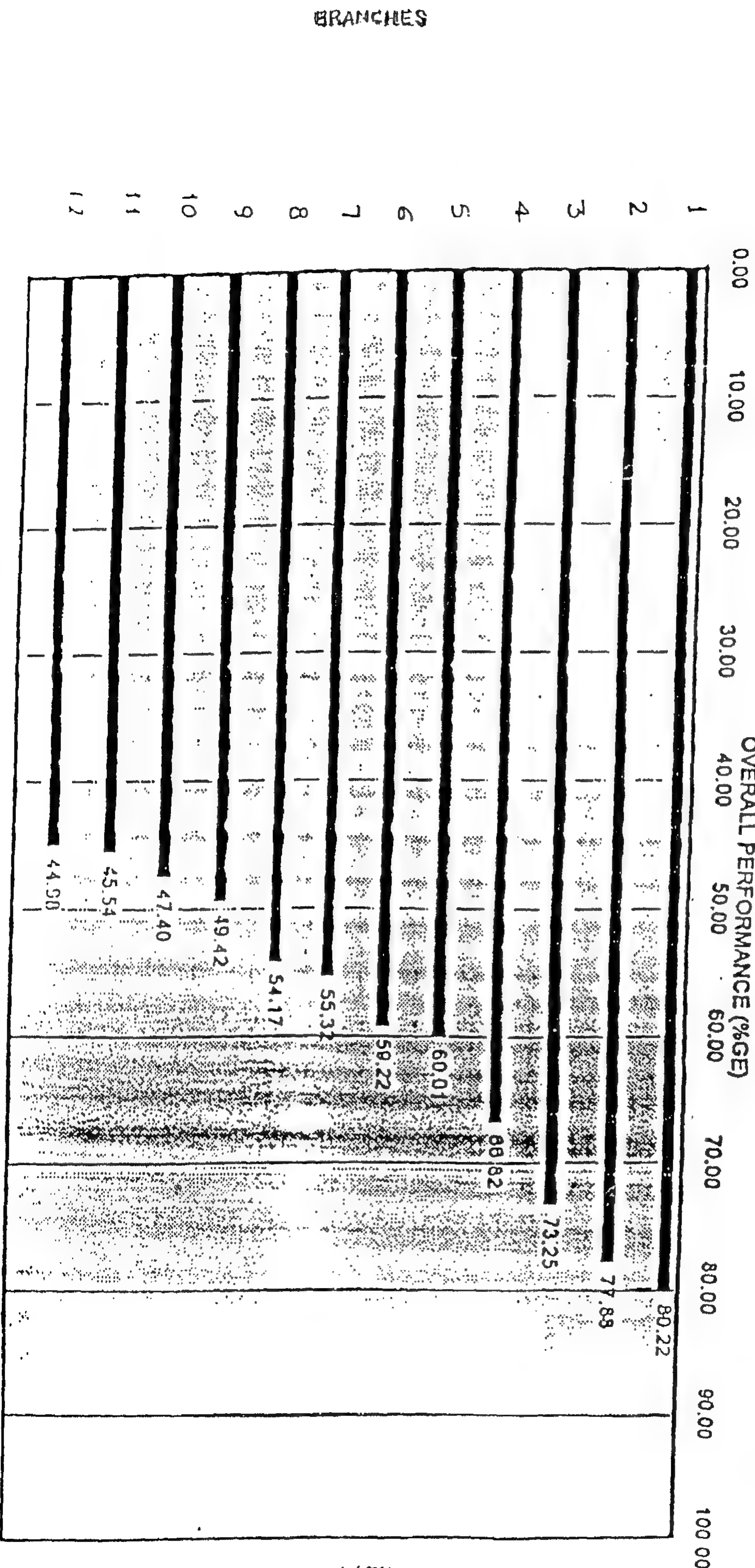
Fig. 6

ARAB-CONTRACTORS (OSMAN A.OSMAN AND CO.)

Branches Performance Measurement

Period 1-7-94 to 30-6-95

Meeting No 5



BRANCHES

FIG. 6 A sample of internal benchmarking results



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

1/8

التحليل الأول والثاني للدورة المركبة لمحطة كهرباء طرخا

م/ وليد فكرى المرسى

A COMPUTER CODE FOR ANALYSIS OF COMBINED CYCLE POWER PLANTS

BY

*FAHMY, W.F., **EL KADY, M. S., **ABDEL SALAM H. M., and **MAHGOUB M.M.

*Delta Electric Company, Production Sector, Ministry of Electricity

**Mechanical Power Engineering Department

Mansoura University, El Mansoura, Egypt

Email:elkady@mum.mans.eun.eg

Abstract:

In the present work, a computer program code is constructed for the thermodynamic analysis of the most used combined cycle power plants in the world and can be extended for any new type of combined power plants. The computer code covers the range of combined cycle with no supplementary firing (NSF), with supplementary firing (WSF), and the supercharged Heat Recovery Steam Generator (HRSG). The computer code covers also the range of HRSG which has double pressure and triple pressure stages, with and without reheat, natural and forced water circulation, and the range of single pressure level and double pressure level steam turbines. It can be used also to optimize the operating conditions of any component of the combined cycle power plant. In addition the program can be used in the thermodynamic design of any new combined cycle power plant. The program gives a complete analysis for the combined power plant at the base load and part loads. From the common available running measured data of the combined plant and for any kind of fuel, a complete thermodynamic analysis for the first and second law efficiency, exergy expanded and losses, air to fuel ratio, excess air for the whole plant, can be obtained. As well as the first and second law efficiency, exergy losses for each component of the gas and steam cycle systems. To show the validity of the computer program code a comparison for the results of the computer program for the Damietta combined cycle power plant is carried out with the results of Shalaby et al (1999).

NOMENCLATURE

AD.C.C.	Additional combustion chamber	LSU	Low pressure superheater
C.C	Combustion chamber	LP	Low pressure
C.P.	Circulating pump	LEC	Low pressure economizer
CV	Calorific value, kJ/kg	m	Mass flow rate, kg/s
Comp	Compressor	NSF	No supplementary firing
DP	Double pressure	NC	Natural circulation
E	Exergy flow, kW	P	Gage pressure, kPa
EC	Economizer	PRE	Preheater
FC	Forced circulation	Q	Heat flow rate, kW

FWP	Feed water pump	Q_k	Heat transfer through the boundary, kW
G	Gibbs function, kJ/kg	RH	Reheater
G.T.	Gas turbine	S	Entropy, kW/K
GTU	Gas turbine unit	s	Specific entropy, kJ/kg.K
h	Specific enthalpy, kJ/kg	SU	Superheater
H	Enthalpy, kW	T	Temperature, K
H.C.P	High pressure circulating pump	T_k	Temperature of the heat transfer surface, K
HEV	High pressure evaporator	TP	Triple pressure
HP	High pressure	V	Velocity, m/s
HSU	High pressure super heater	WSF	With supplementary firing
HRSG	Heat recovery steam generator	WR	With reheat
I	Irreversibility, kW	W	Work, kW
L.C.P	Low pressure circulating pump	η	Efficiency, %
LEV	Low pressure evaporator	ψ	Flow availability for an open system, kJ/kg
<u>Subscripts</u>			
a	Air, actual, mol no. of carbon	II	2 nd law of thermodynamics
b	Mole number of hydrogen in fuel	Is	Isentropic
ch	Chemical	L	Loss
e	Exit	o	Reference condition
f	Fuel	P	Products
g	Gasses	R	Reactants
gen	Generated	Rev	Reversible
i	Inlet	Ru	Reversible useful
I	1 st law of thermodynamics	U	Useful
<u>Superscripts</u>			
o	Rate		

1. INTRODUCTION

Some software computer program codes have been developed for the analysis of steam power system all based upon Rankine cycle with various additional components such as feed water heaters and reheat stages. Somerton (1987) presented a software package for analysis of steam power systems using the first and second law principles. This software considered twenty-eight configurations. The package is demonstrated by two examples. In the first, the optimum operating conditions for a simple reheat cycle are determined. The second example involves the exergetic efficiency of actual steam power plants. Perz (1991) using the first law analysis presented flexible computer package for the thermodynamics steam power cycle calculations. By this package the user can analyze any model and cycle scheme by selecting components from a library and connecting them in an appropriate way. By this way the package can be used to study any conventional and advanced power cycles. The package was not intended to use program for the analysis of the part-load behavior. Akiba et. al. (1993) created three computer programs to calculate the thermodynamic properties of the working fluids and to evaluate the performance of the Brayton-Rankine cycles. Caracasi and Facchini (1996) described a computerized method of calculating operating data in combined power cycle. The flexibility of the computerized method is not restricted by any defined cycle scheme. Akiba and Thani (1996) studied the performance of a new combination of supercharged

boiler gas turbine cycle, which is expected to reduce the cooling air in the combustor and heat recovery cycle. The computer program was used to evaluate the analysis of heat recovery boiler. The calculation of the program was expressed in 12 subroutines. The results of this program are inlet and outlet temperature of each part, mass and heat transferred energy at high-pressure and low-pressure sides. Agazzani and Massardo (1997) presented a simulator tool for the thermoeconomic analysis of thermal energy systems. The approach looks at a generic process and analyzed it, not as a whole system, but as an assembly of several elemental components interconnected in various ways. The tool presented aimed the thermodynamic and exergy analysis, thermoeconomic analysis and optimization.

2. FIRST AND SECOND LAW ANALYSIS OF CYCLE COMPONENTS

Principal relationships used in this computer code are outlined as follows:

Exergy loss (irreversibility) $I = W_{ru} - W_u = T_o \cdot S_{gen}$

Where: W_{ru} is the reversible useful work,

W_u is the useful work

T_o is the ambient temperature,

S_{gen} is the entropy generated within the system boundary;

$$S_{gen} = \sum_{out} m s - \sum_{in} m s - \sum_{out} \frac{Q_k}{T_k}$$

s is the specific entropy,

m is the mass flow rate,

Q_k is the heat transfer through the boundary, and

T_k is the boundary temperature

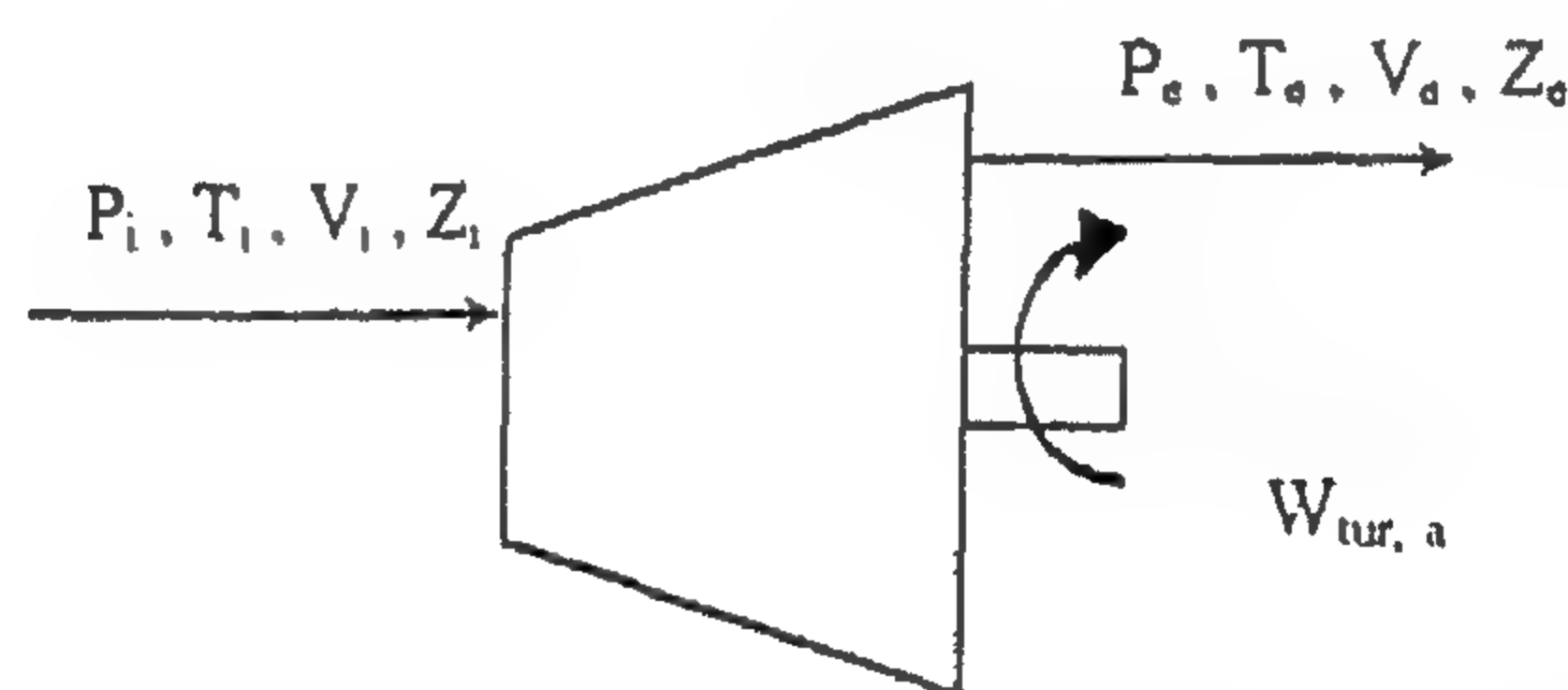
The first law efficiency (based on the concept of energy) and the second law efficiency (based on the concept of exergy) are defined as follows.

η_i = Energy output/ energy input

η_u = Exergy gained / exergy available

2.1 Turbine

a) First law analysis



From the energy equation and with neglecting kinetic energy, potential energy and heat losses, the turbine actual work and isentropic efficiency will be:

$$W_a = m_g (h_i - h_e) \quad (1)$$

$$\eta_{is} = W_a / W_{is} \quad (2)$$

Where: m_g , h_i , h_e , W_a and W_{is} are the gases flow rate, inlet specific enthalpy exit specific enthalpy, turbine actual work and the turbine isentropic work respectively.

b) Second law analysis:

Based on the exergy analysis the reversible work, irreversibility and second law efficiency be given as:

$$W_{rev} = \psi_i - \psi_e = m_g [(h_i - h_e) - T_O (s_i - s_e)] \quad (3)$$

$$I = m_g [T_O (S_e - S_i)] \quad (4)$$

$$\eta_{II} = W_a / W_{rev} \quad (5)$$

Where: S_e and S_i is the exit specific entropy and inlet specific entropy respectively.

2.2 Compressor

a) First law analysis

From the energy equation and with neglecting kinetic energy, potential energy and heat losses, the compressor actual work will be:

$$W_a = m_a (h_e - h_i) \quad (6)$$

Where: m_a , h_i and h_e are the air flow rate, inlet specific enthalpy and exit specific enthalpy respectively.

$$\eta_{is} = W_{is} / W_a \quad (7)$$

Where: W_{is} is the compressor isentropic work.

b) Second law analysis

Based on the exergy analysis the reversible work, irreversibility and second law efficiency can be given as:

$$W_{rev} = \psi_e - \psi_i = m_a [(h_e - h_i) - T_O (s_e - s_i)] \quad (8)$$

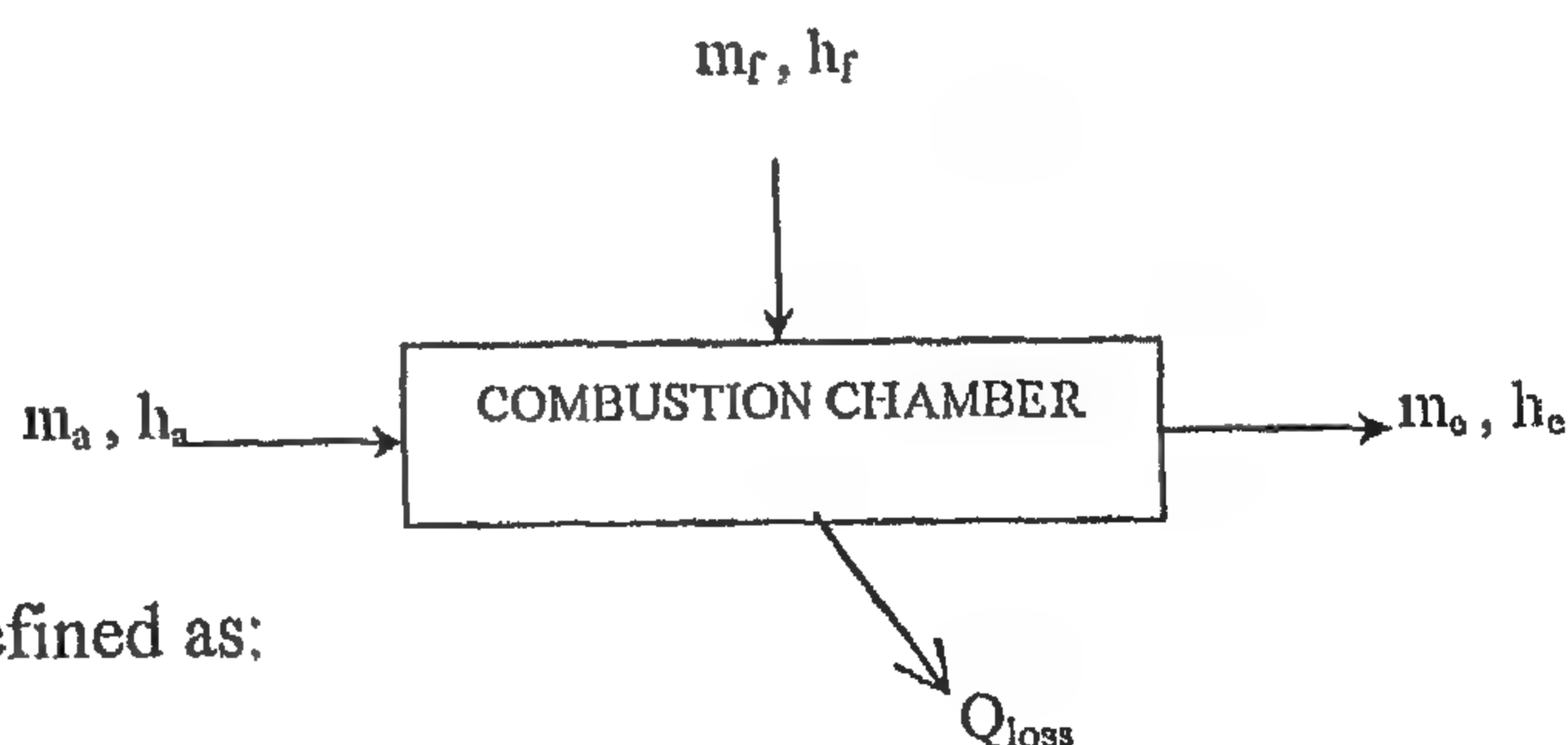
$$I = m_a [T_O (S_e - S_i)] \quad (9)$$

$$\therefore \eta_{II} = W_{rev} / W_a \quad (10)$$

Where S_e and S_i are the exit specific entropy and inlet specific entropy.

2.3 Combustion chamber:

a) First law analysis



The first law efficiency can be defined as:

$$\eta_I = \frac{\text{Heat gained}}{\text{Heat added}} \quad (11)$$

$$\text{Heat added} = Q_i = m_f \times C.V \quad (12)$$

$$\text{Heat gained} = Q_i - Q_l \quad (13)$$

$$Q_l = H_p - H_r \quad (14)$$

Where: m_f , C.V, H_r and H_p are the fuel flow rate, calorific value, enthalpy of reactant and enthalpy of product respectively

b) Second law analysis

$$\eta_{II} = \frac{\text{exergy gained}}{\text{fuel chemical exergy}} \quad (15)$$

where: Exergy gained = fuel Chemical exergy - exergy loss

For fuel $C_a H_b$, the fuel chemical exergy

$$E_{ch} = [(G_p - G_r) + \bar{R} T_o \ln \frac{Y_{O_2}^{a+b/4}}{Y_{CO_2}^1 Y_{H_2O}^{b/2}}] (m_f / M_f) \quad (16)$$

Where Y and M_f are the molar fraction and fuel molecular weight respectively.

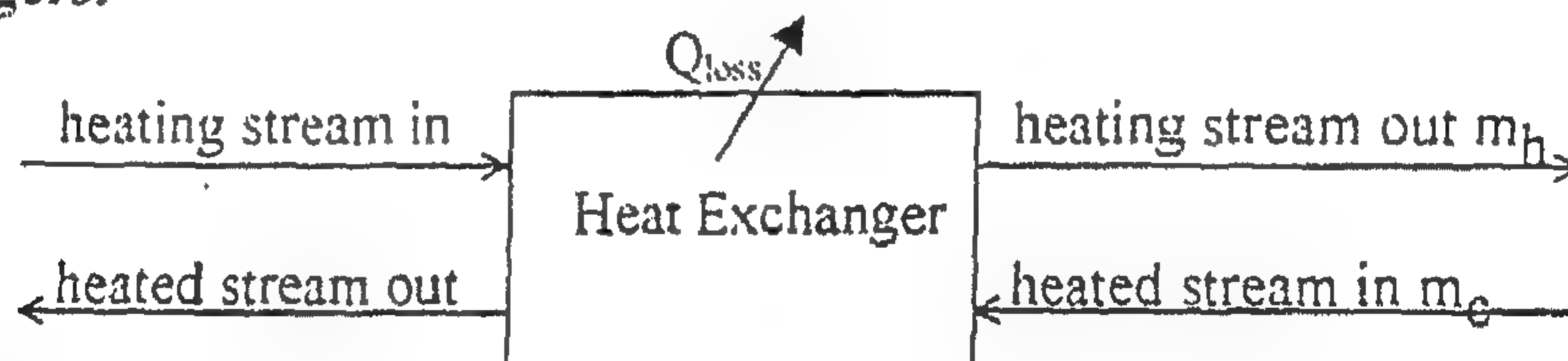
Exergy loss for the combustion chamber can be calculated as follows:

$$\text{Exergy loss} = I = T_o S_{gen} \quad (17)$$

$$S_{gen} = S_p - S_r \quad (18)$$

Where: S_r , S_p are the entropy of the reactant and the entropy of the product respectively.

2.4 Heat exchangers:-



a) First law analysis

Applying the energy equation with neglecting the kinetic energy and potential energy and with no work, the 1st law of thermodynamic

$$\sum m_i h_i = \sum m_e h_e + Q_{loss}$$

b) Second law analysis

$$\begin{aligned} \eta_{II} &= \frac{\text{exergy gained by the heated stream}}{\text{exergy supplied by the heating stream}} \\ &= \frac{m_c (\psi_{out} - \psi_{in})_c}{m_h (\psi_{in} - \psi_{out})_h} \end{aligned}$$

3. COMPUTER CODE

3.1 Types of Combined Cycle Power Plants

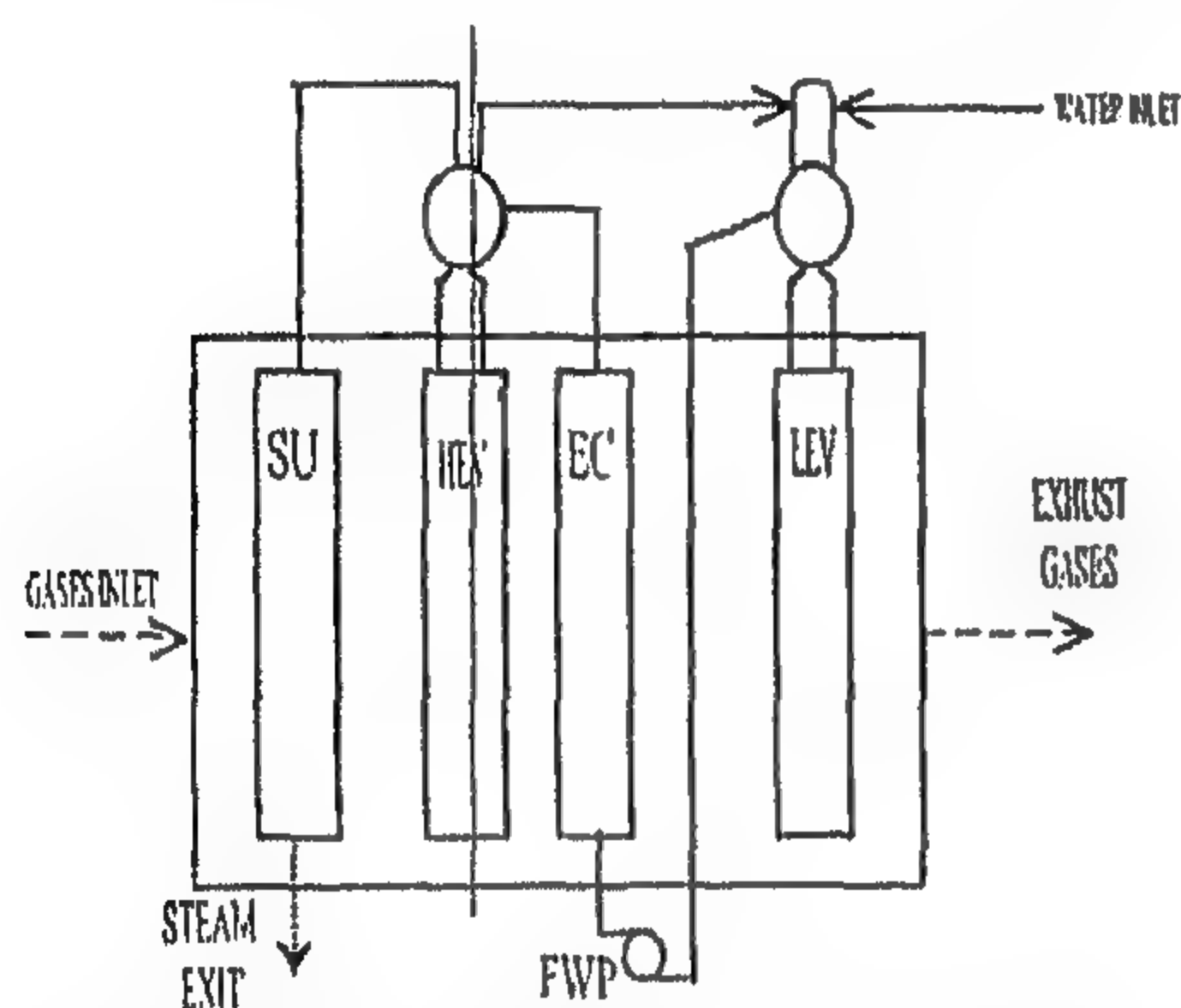
The combined cycle power plant consists mainly of Simple gas turbine cycle, (which consists of air compressor, combustion chamber, and gas turbine) and Rankine cycle, (which consists mainly of heat recovery steam generator (HRSG), steam turbine, condenser, and condensate pumps).

The HRSG can be classified according to the following items as shown in Fig.1.

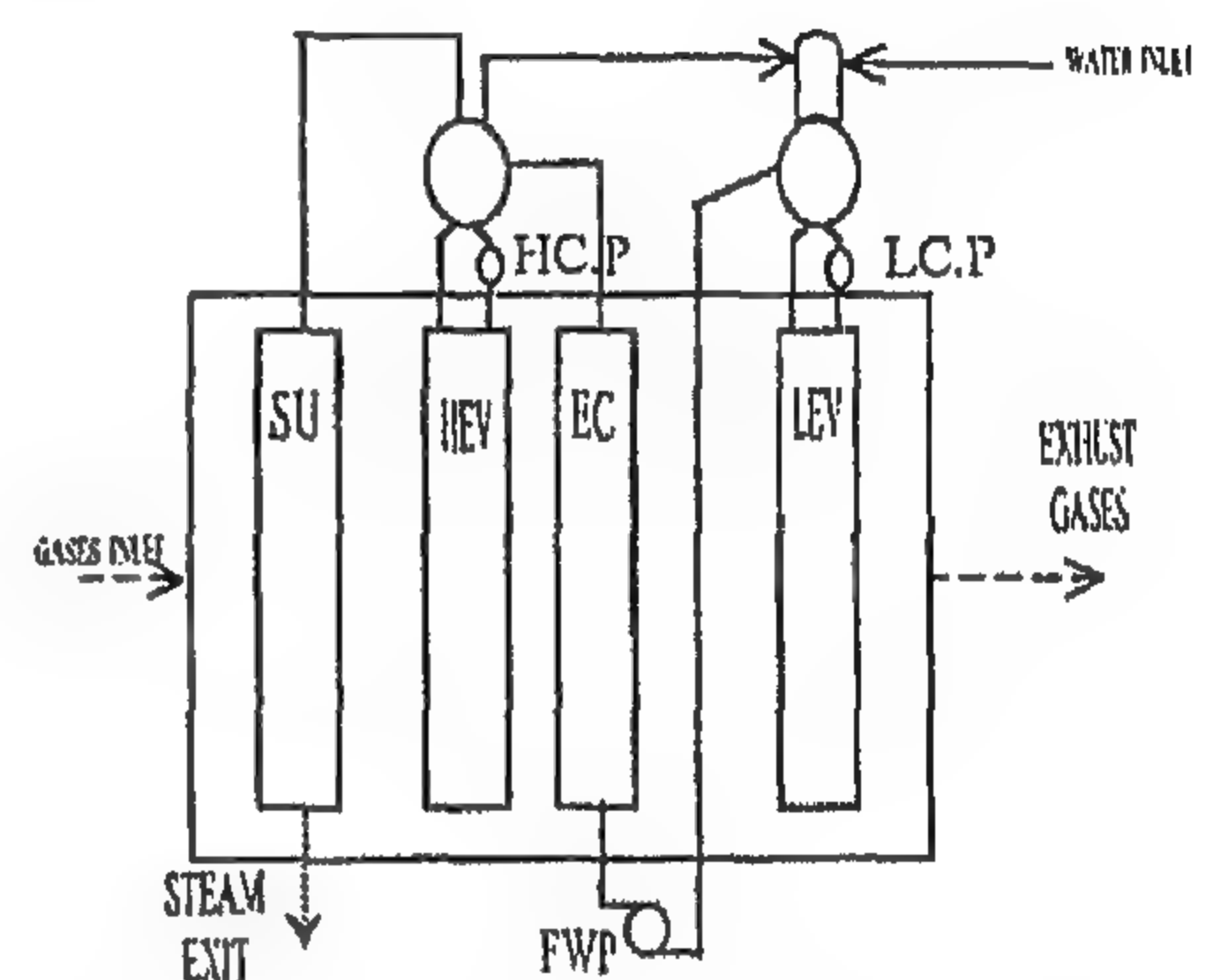
- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1- Pressure stage | 1- Double pressure. |
| 2- Reheat | 2- Triple pressure. |
| 3- Water circulation | 1- Without reheat. |
| | 2- With reheat. |
| | 1- Natural circulation. |
| | 2- Forced circulation. |

The steam turbine can be classified according to:

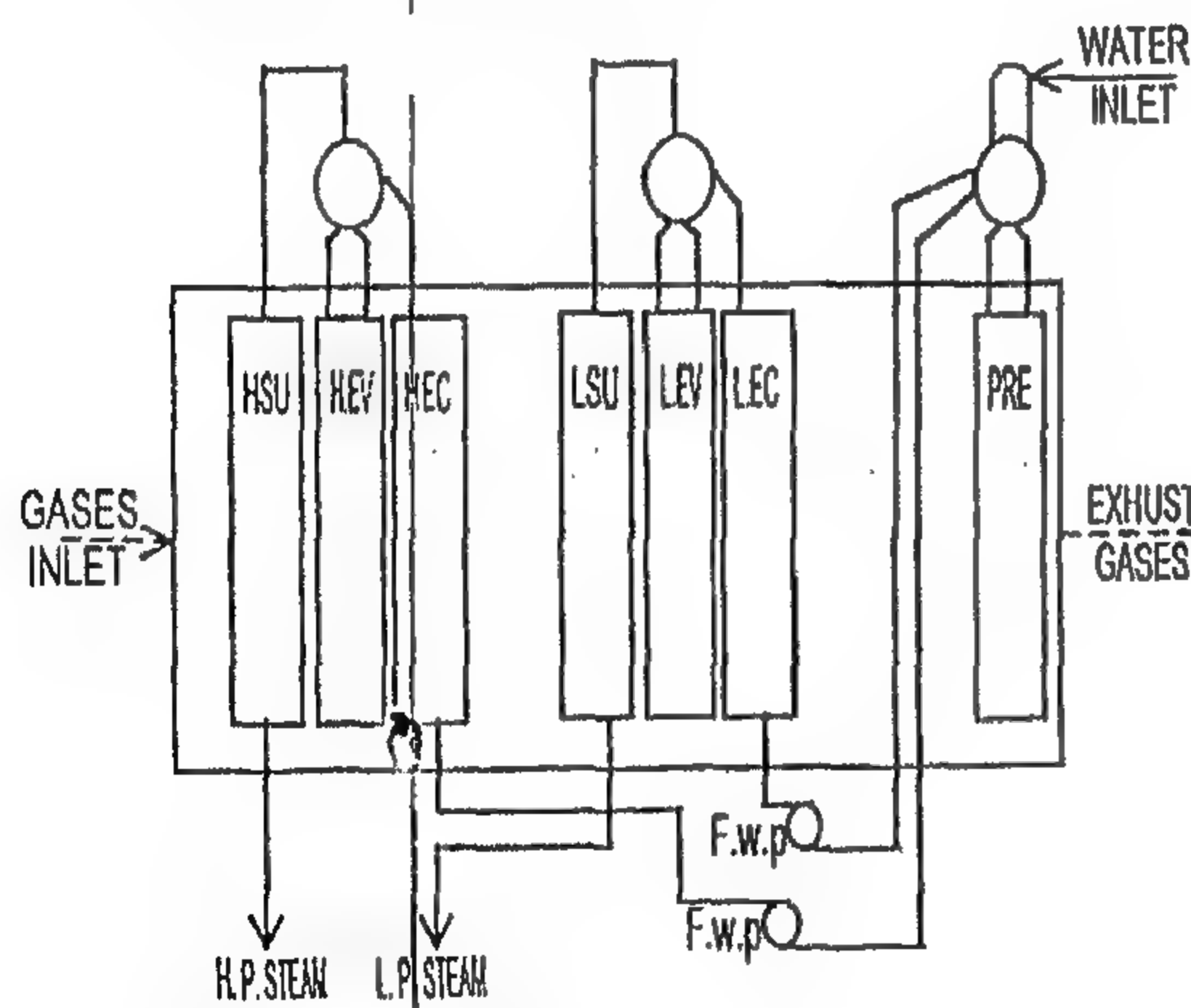
- | | |
|----------|---------------------------|
| Pressure | 1- Single pressure level. |
| | 2- Double pressure level. |



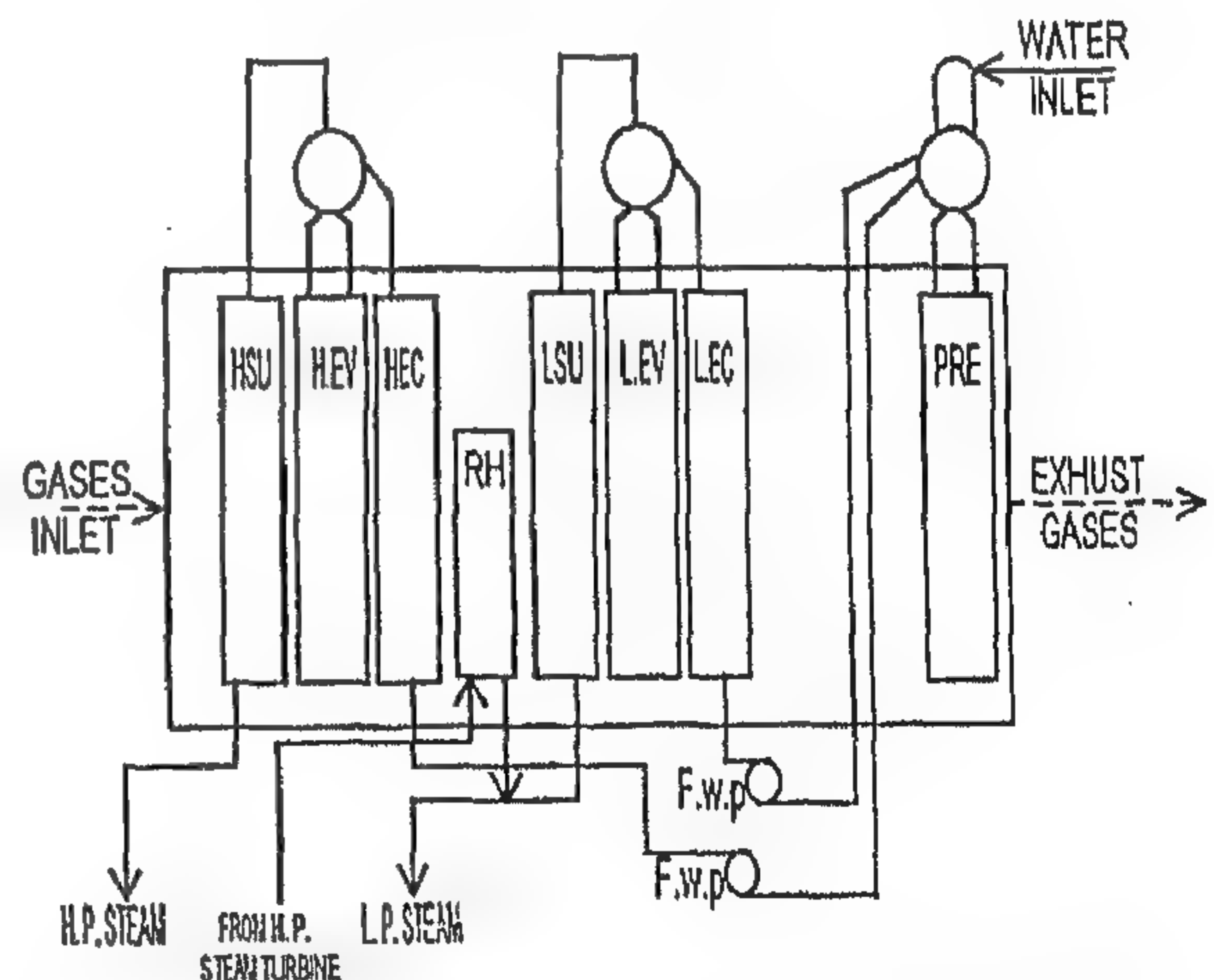
Double pressure natural circulation



Double pressure forced circulation



Triple pressure natural circulation
without reheat



Triple pressure natural circulation with
reheat

Fig. 1 Classification of heat recovery steam generators

The types of combined cycle power plants can be classified into the following :

1. Combined cycle with no supplementary firing (NSF), in which the exhaust gasses from the gas turbine are supplied directly to the HRSG without additional any fuel (heat).
2. Combined cycle with supplementary firing (WSF), in which the exhaust gases from gas turbine are supplied to the HRSG after passing through additional combustion chamber.
3. The HRSG lies between combustion chamber and gas turbine and is called in this case "supercharged HRSG".

As examples of combined cycles, figures 2,3,4 presented three schematic diagrams of combined cycle. The module, which is connected to the steam turbine, consists mainly of one [GTU+HRSG]. The HRSG is a double pressure [DP] natural circulating [NC]. The used steam turbine is a single pressure level. [GTU+HRSG] with DP-NC HRSG is shown in fig.2. Figure 3 presented multi [GTU+HRSG] with DP-NC fired HRSG. The module, which is connected to the steam turbine, consists mainly of any number of [GTU+HRSG] according to the plant design. The HRSG is a double pressure [DP] natural circulating [NC]. The used steam turbine is a single pressure level. Four [GTU+HRSG] with DP-NC fired HRSG is shown in fig. 3. Figure 4 presented multi [GTU+HRSG] with TP-WR HRSG. The module, which is connected to the steam turbine, consists mainly of multi [GTU+HRSG]. The HRSG is a triple pressure [TP] with reheat [WR]. The used steam turbine is a double pressure level. Two [GTU+HRSG] with TP-WR HRSG is shown in fig. 4.

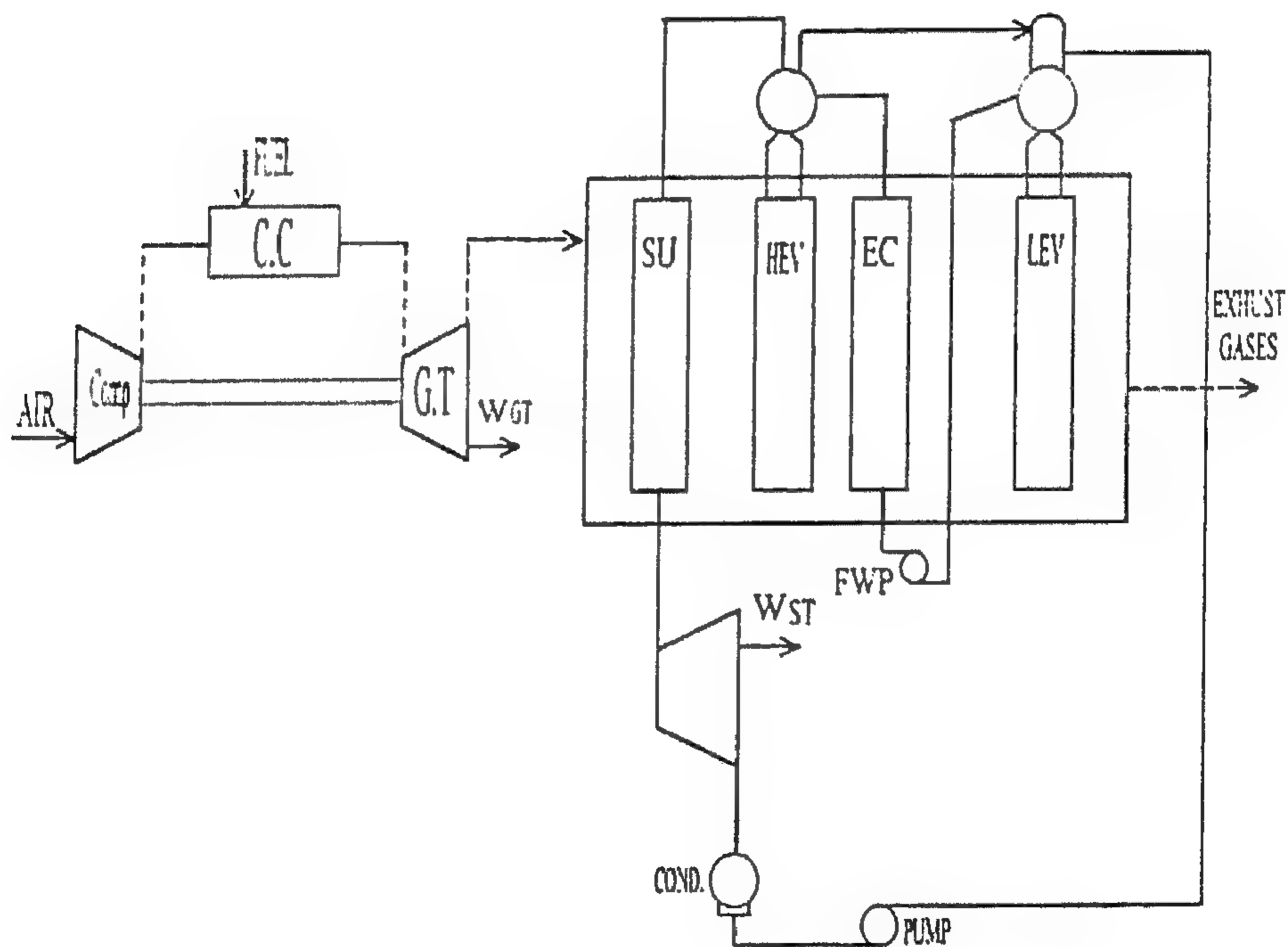


Fig.2 Schematic diagram of Single [GTU+HRSG] with DP-NC HRSG

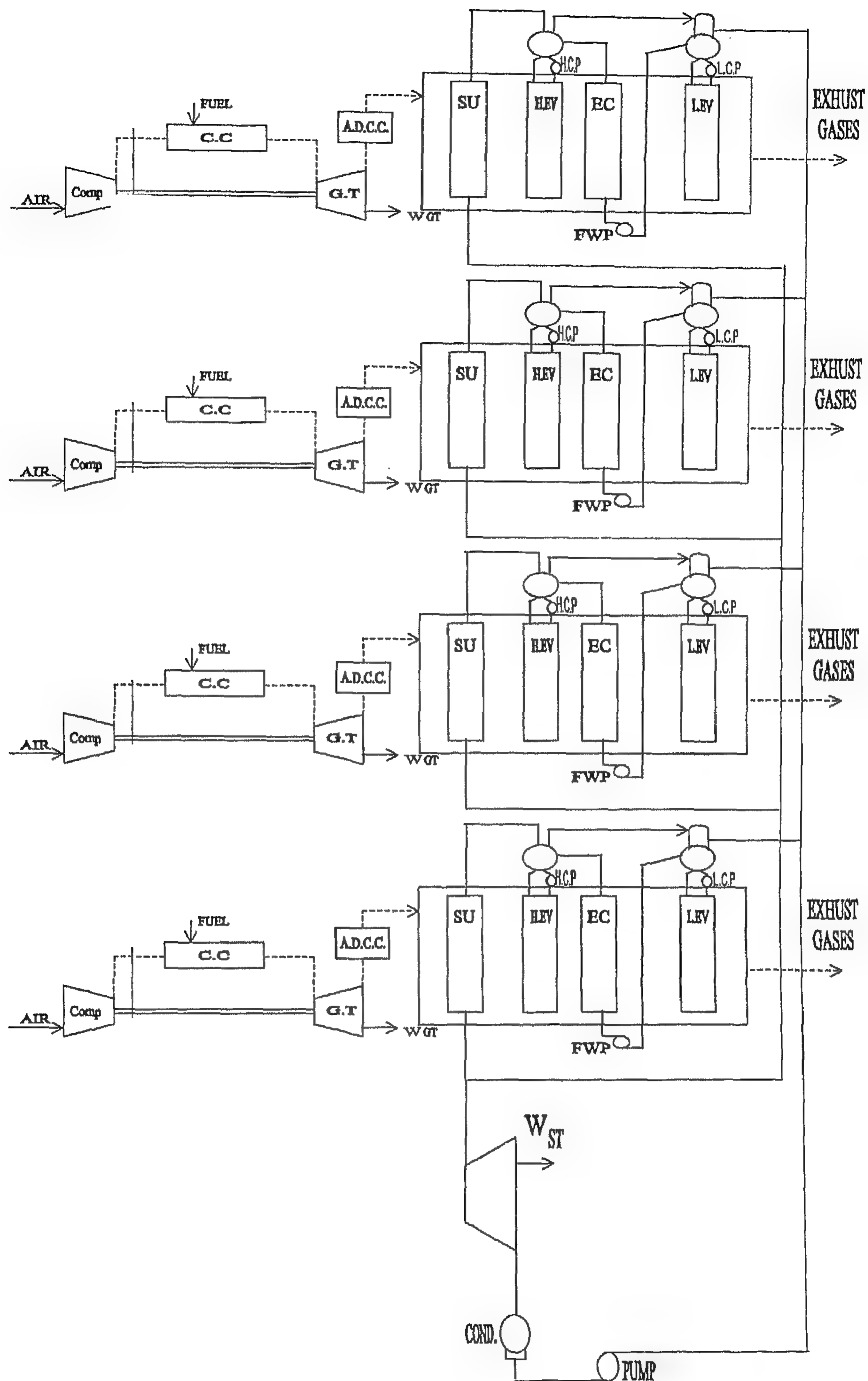


Fig.3 Schematic diagram of Multi [GTU+HRSG] with DP-FC fired HRSG

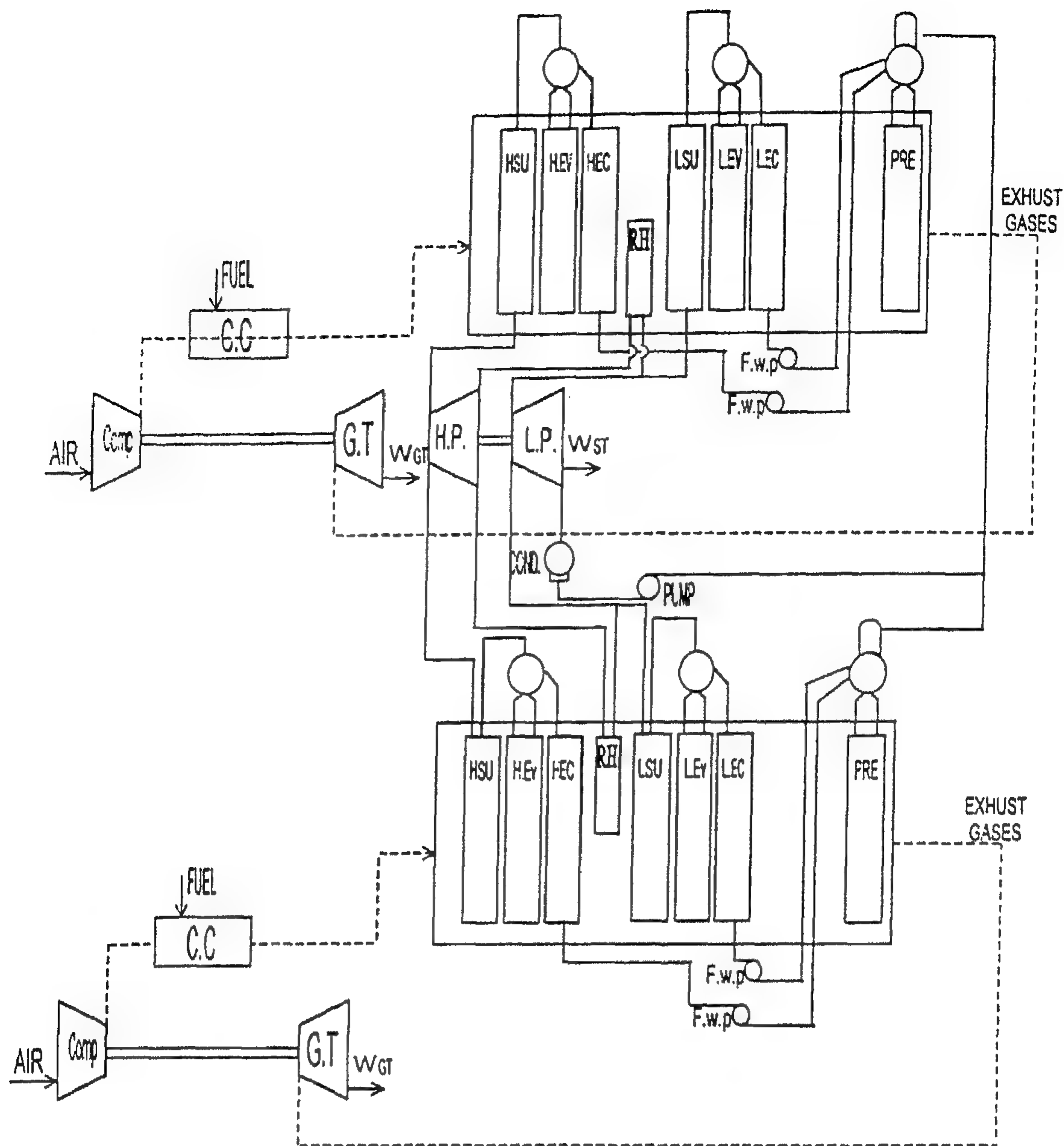


Fig. 4 Schematic diagram of Single [GTU+HRSG] with TP-WR HRSG

3.2 Structure of the Computer Program Code:

The computer code consists of a main program and 28 subroutines in three levels. The main program is used to receive the main data of the power plant through a dialogue between the user and the program and direct the flow of calculation towards the suitable subroutine in level one. In the first level there are 9 subroutines. Each of them receives the main data from the main program according to the type of the power plant. The Second level subroutines consist of 13 subroutines. They are called from the first level subroutines in order to do the following:

- 1- Analysis of gas turbine cycle components.
- 2- Analysis of steam turbine cycle components.
- 3- Output data

There are 5 subroutines in the third level. Each Subroutine is called from the subroutines of the previous level. It supplies the subroutine of the second level with the different properties of the air, fuel, exhaust gases and steam.

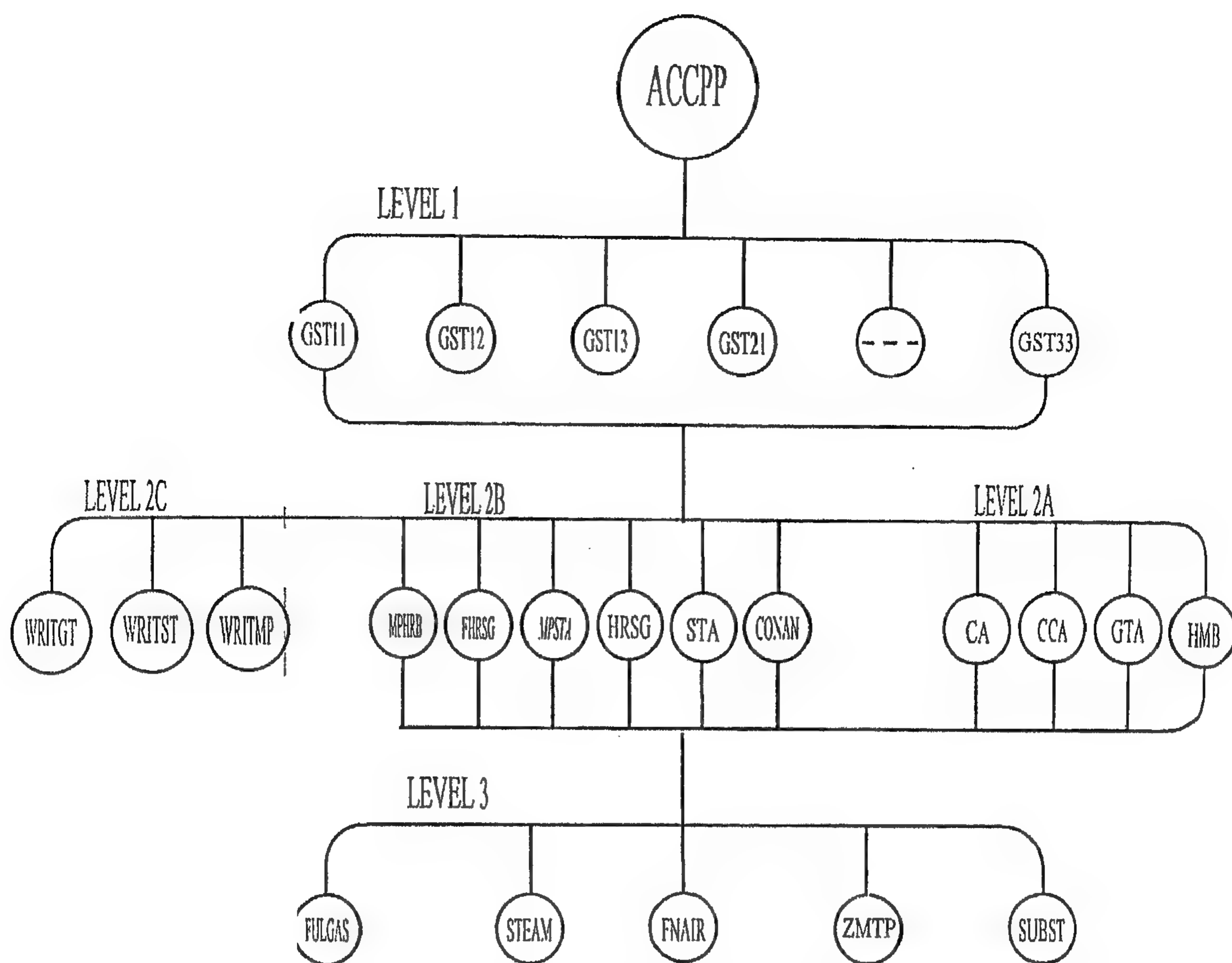


Fig. 5 structure of the computer program code

4. VALIDITY OF THE COMPUTER PROGRAMME CODE

To show the validity of the computer program code the data of Dammitta combined cycle power plant, which are presented in table (I) and the results of the computer code, which are presented in table (II), are compared with the results obtained by Shalby et.al. (1999). They studied the second law analysis of Dammitta combined cycle power plant at different loads 50, 75, 100 % load.

4.1 Dammitta Combined Cycle Power Plant (Case Study)

Dammitta combined cycle power plant is the maximum power of combined cycle power plant in Egypt. It's really installed at two stages. At the first stage, at 1989, only gas turbine unites with its accessories by Simens company. The power output of each unit is about 135 MW. Secondly, at the end of 1993 the gas turbine power plant was integrated by Ciminontubi, Alston & Borsig companies with three new steam turbine unites to form the combined cycle power plant. Each steam turbine unit generates about 140 MW to make the maximum output of Dammitta combined cycle power plant about 1200 MW. The

thermal cycle of the plant is a simple gas turbine cycle, which consists of compressor, combustion chamber, and gas turbine with simple Rankine cycle, which consists of, a triple pressure HRSG and double pressure steam turbine. Figure 6 presents one module of Dammitta combined cycle power plant, which consists of two (GTU + HRSG), and one steam turbine. The typical operating conditions of Dammitta combined cycle power plant under three different loads, 50, 75 and 100 % are shown in table (I).

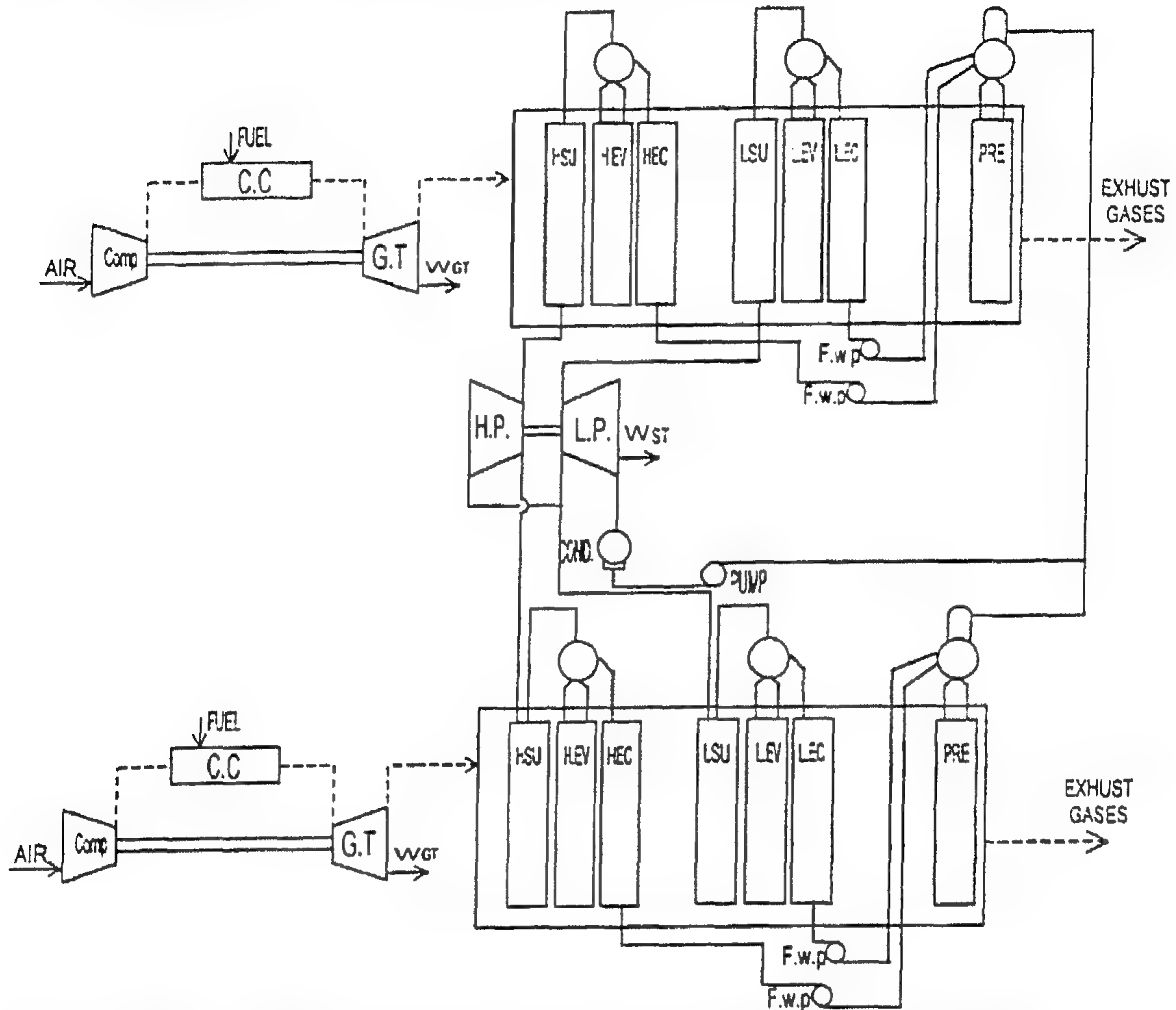


Fig. 6 Schematic diagram of one module Dammitta combined cycle power plant

5. RESULTS AND DISCUSSION

Figure 7 shows the variation of exergy loss in combustion chamber, with the load. The maximum percentage difference in the exergy loss is about 2%. The variation of the 2nd law efficiency in combustion chamber with different load is presented in fig. 8. The maximum percentage difference in the 2nd law efficiency of combustion is about 3%. Figure 9 presents the 2nd law efficiency of both the low pressure and high-pressure turbines with different loads. From this figure the maximum difference 2nd law efficiency is about 2.5% and 2.9% for L.P. turbine and H.P. turbine. Figure 10 presented the exergy loss of both the low pressure and high-pressure turbines with different loads. The maximum percentage exergy loss is about 12% and 6% respectively. The variation of the exergy loss in HRSG with different load is presented in fig. 11. The maximum percentage difference in

exergy loss in HRSG is about 11%. Figure 12 shows the variation of the 2nd law efficiency in the HRSG with the loads. The maximum percentage difference in 2nd law efficiency of HRSG is about 0.51%

6. CONCLUSION

A computer code is constructed for the thermodynamic analysis of the most used combined cycle power plants in the world and can be extended to any new type of combined cycle power plant. The computer code covers the range of combined cycle with no supplementary firing (NSF), with supplementary firing (WSF), and the supercharged HRSG. The computer code covers also the range of the HRSG which has double pressure and triple pressure stages, with and without reheat, natural and forced water circulation, and the range of single pressure level and double pressure level steam turbines. It can be used also to optimize the operating condition of any components of combined cycle power plant. In addition the computer code can be used in the thermodynamic design of any new combined cycle power plant. The computer code gives complete analysis for the first and second law efficiency, exergy expanded and losses, air to fuel ratio, excess air for the whole plant, as well as the first and second law efficiency, exergy losses for each components of the gas and steam cycle systems, at any part load and the base load. The results of the code for Damietta combined power plant are compared with the results of Shalaby et al [1999] and proved the validity of the code.

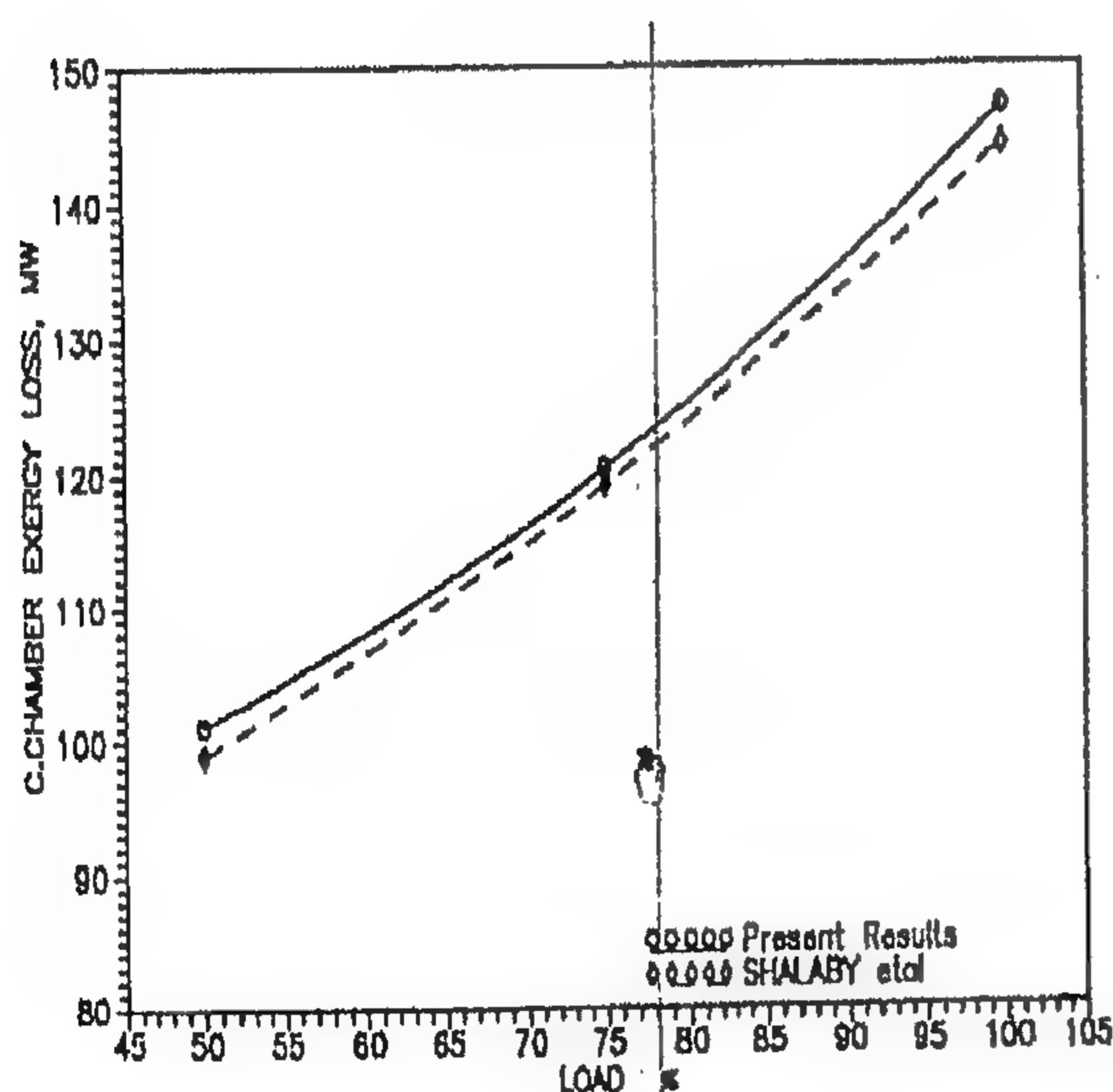


Fig. 7 Comparison of exergy loss of combustion chamber results

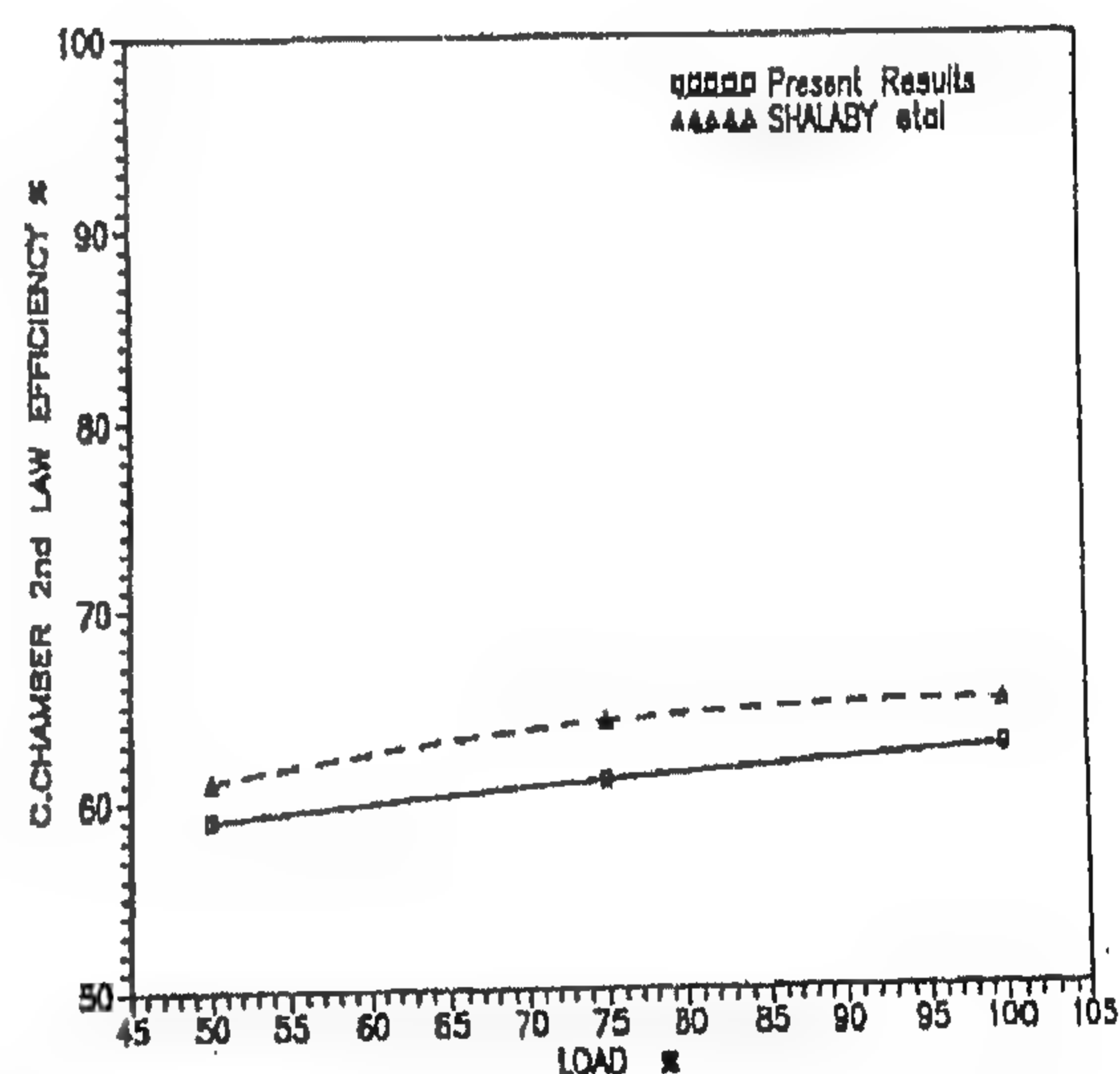


Fig. 8 Comparison of 2nd law efficiency of combustion chamber results

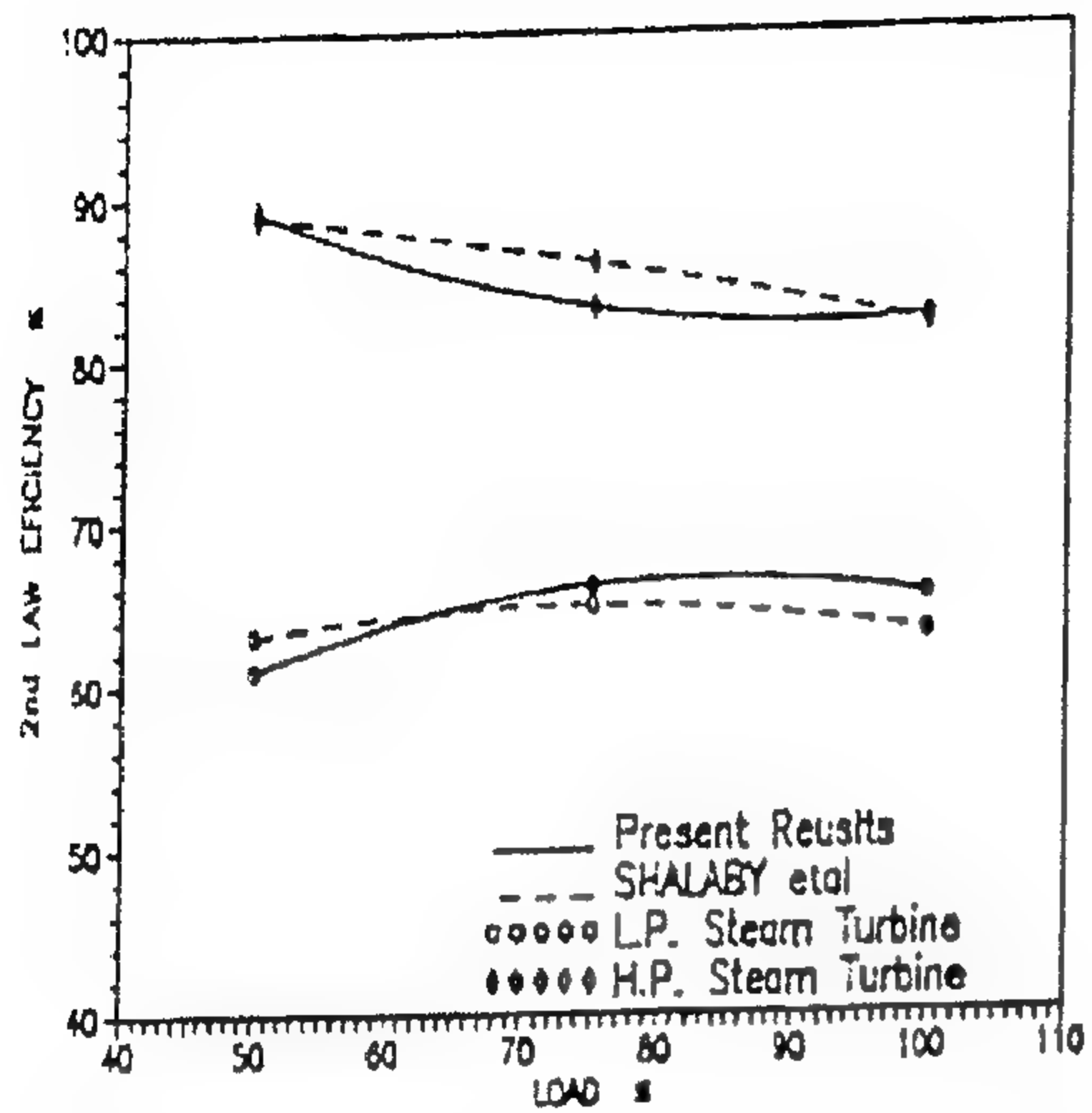


Fig. 9 Comparison of 2nd law efficiency of low & high pressure turbine results

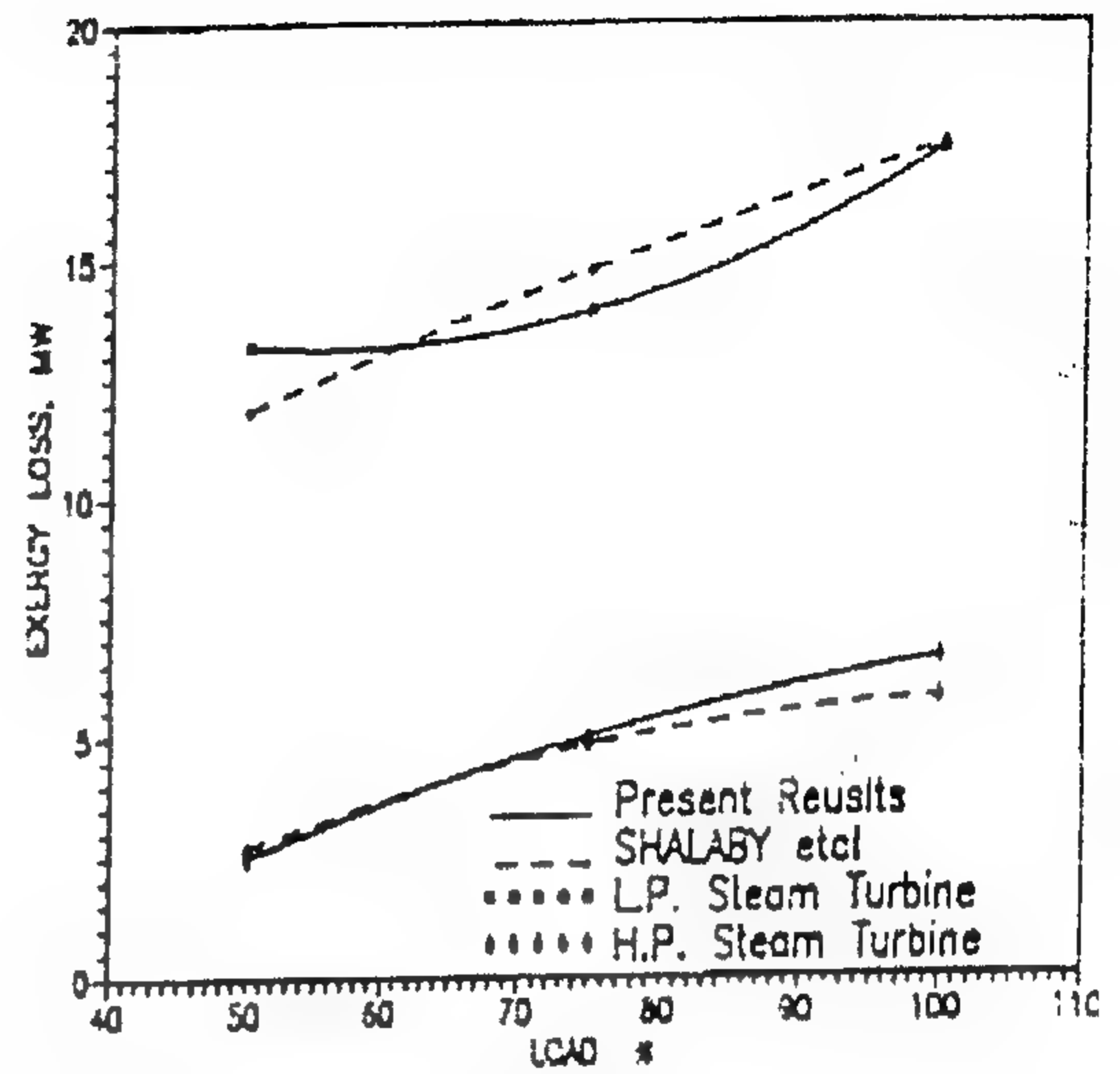


Fig. 10 Comparison of exergy loss of low & high pressure turbine results

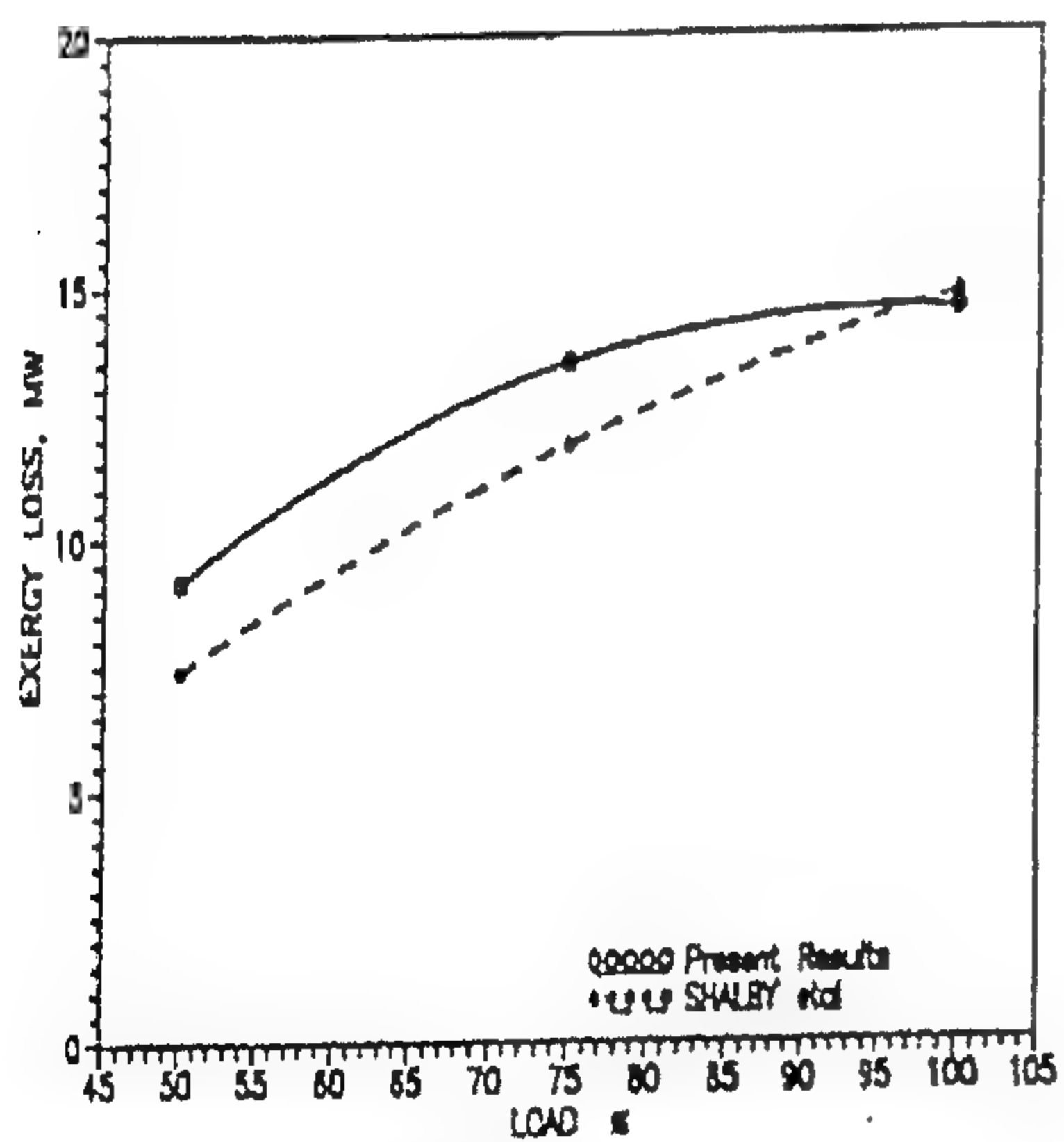


Fig. 11 Comparison of exergy loss of HRSG results

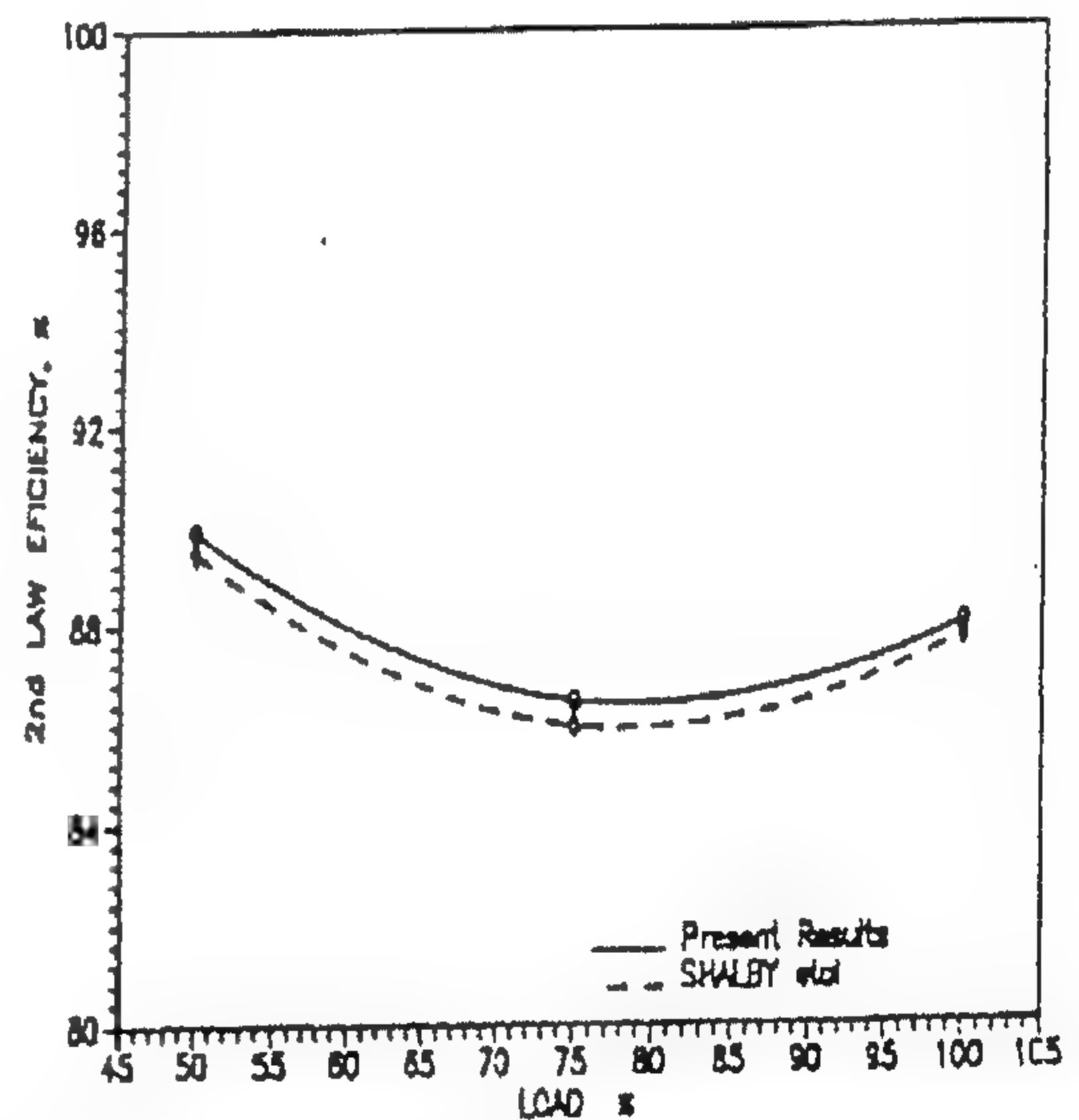


Fig. 12 Comparison of 2nd law efficiency of HRSG results

REFERENCES

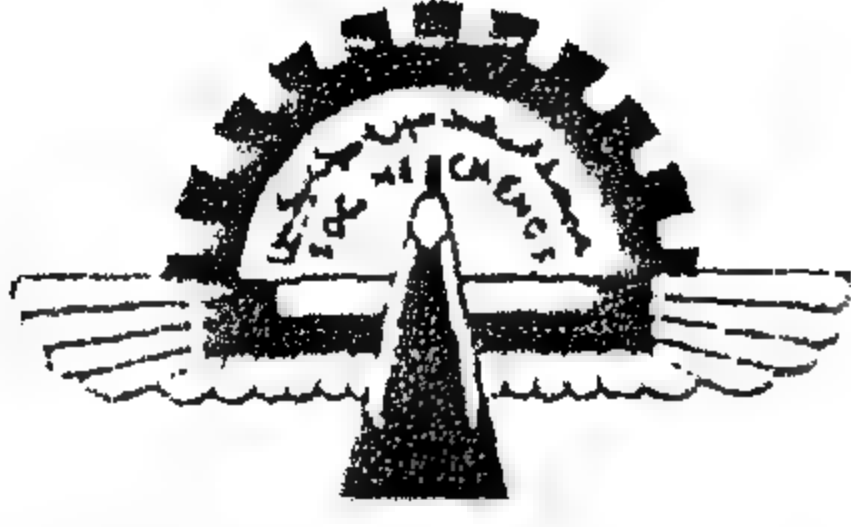
1. Agazzani, A., and Massardo, A.F., October 1996, "A Tool for Thermoeconomic Analysis and Optimization of Gas, Steam, and Combined Plants", Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 119.
2. Akiba, M., and Thani, E., April 1996, "Thermodynamics of New Combination of Supercharged Boiler Cycle and Heat Recovery Cycle for Power Generation", Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 118.
3. Akiba, M., Thani, E., and Tomizawa, M., 1993, "A Study of High Accuracy Calculations of Combined Brayton-Rankine Cycles for Power Generation", Trans. of JSME international journal, Series B, vol. 36, No.1.
4. Bejan, A., 1988, "Advanced Engineering Thermodynamics", John Willy and Sons Publishing Company.
5. Caracasi, C. and Facchini, B., 1996, "A Numerical Method For Power Plant Simulation", Trans. of ASME Journal of Energy Resources, Vol. 118, PP. 36-43.
6. Gas Turbine World 1998-99 HandBook, A Pequot Publication.
7. Huang, F., 1989, "Engineering Thermodynamics", Macmillan Publishing Company.
8. Perz, E., April 1991, "A Computer Method for Thermal Power Cycle Calculation " Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 113, pp., 184-189.
9. Shalaby, M.A., Bekheit, M.M., and El-Sady, A.S., March 1999, "Second Law Analysis At Part Load and Off-Design Conditions of Dammitta Combined Cycle Power Plant", The First Minia International Conference for Advances Trends in Engineering, "MICATE", PP, 303-318.
10. Somerton, C. W., Brouillette, T., Pourciau, C., Strawn, D., and Whitehouse, L., April 1987, "Rankine: A Computer Software Package for The Analysis and Design of Steam Power Generation Unites", Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 113, pp., 222-227.
11. Wylen, G. V., Sonntag, R., and Borgnakke C., 1996, "Fundamentals of Classical Thermodynamics", John Wiley and Sons Publishing Company.

Table (I)typical operating condition for one half module of Dammitta plant

Parameter	units	Load		
		50 %	75 %	100 %
Gas turbine net power.	MW	66	99	131
Compressor inlet temp.	°C	18	18	18
Compressor outlet temp.	°C	282	302	322
Compressor outlet press.	bar	6.3	8.1	9.7
Fuel flow rate.	M ³ /hr	25450	32440	40200
Gas turbine outlet temp.	°C	487	490	502
Stack outlet temp.	°C	90	105	105
Stack outlet press.	bar	1.002	1.003	1.004
Steam turbine power.	MW	43	52	64
Mass flow rate of high press. Water	T/hr	154	174	210
Temp. of high press. Water	°C	114	114	114
Press. Of high press. Water	bar	105.8	102.9	98
Press. Of high press.drum	bar	48.4	54.9	67.6
Temp. of high press. Steam	°C	472	475	490
Press. Of high press. Steam	bar	45.3	51.9	63.7
Mass flow rate of low press. Water	T/hr	34	45	53
Temp. of low press. Water	°C	110	111	110
Press. Of low press. Water	bar	12.7	12.3	11.9
Press. Of low press. Drum	bar	5.2	5.1	5.2
Temp. of low press. Steam	°C	196	197	198
Press. Of low press. Steam	bar	3.7	3.7	3.7
Condensate preheater mass flow rate	T/hr	90	122	145
Flow rate of steam dearator	T/hr	4	4.7	5.6
Condensate preheater outlet temp	°C	100	100	100
Condensate preheater outlet press	bar	13.2	13.2	13.2
Dearator inlet temp.	°C	109	109	109
Dearator outlet press.	bar	2.3	2.3	2.3
Dearator outlet temp.	°C	95	95	95
Condenser press.	mm.llg	718	717	717
Dryness fraction.		0.95	0.95	0.95
Condensate pump discharge press.	bar	15.8	14.7	12.3
Condensate pump discharge temp.	°C	36	37	35
Cooling water inlet temp.	°C	21	21	21
Cooling water outlet temp.	°C	26	26	26

Table (II)results of Dammitta combined cycle power plant

<i>Parameter</i>	<i>Units</i>	Load		
		50 %	75 %	100 %
Isentropic efficiency of compressor	%	75	82	86
Second law efficiency of compressor	%	85	90.039	92.21
Exergy loss of compressor	MW	13.913	11.514	11.473
Air flowrate	Kg/sec	363.4	416	474
Compressor power	MW	97	120.2	148.2
Air to fuel ratio	-	71	64	60
Percentage excess air	%	336	292	266
First law efficiency of combustion chamber	%	98.27	99	97.63
Second law efficiency of combustion chamber	%	59	61	62.592
Exergy loss of combustion chamber	MJ/sec	101.199	120.485	147.032
Heat added to combustion chamber	MW	248.259	316.49	386.566
Chemical exergy of the fuel	MW	252.194	322.469	394.569
Isentropic efficiency of gas turbine	%	85.26	84.02	83.102
Second law efficiency of gas turbine	%	97	97.167	96.77
Exergy loss of gas turbine	MW	4.704	7.09	9.945
Gas turbine inlet temperature	°C	1145	1215	1275
Gas turbine power	MW	169.4	227.628	289.88
Second law efficiency of HRSG	%	88	86.47	88
Exergy loss of HRSG	MW	14.497	13.5	14.497
Isentropic efficiency of L.P. steam turbine	%	55	65.75	65
Second law efficiency of L.P. steam turbine	%	55.4	65.1911	65.911
Exergy loss of L.P. steam turbine	MW	15.9	17.929	17.314
Isentropic efficiency of H.P. steam turbine	%	84	77	79.31
Second law efficiency of H.P. steam turbine	%	89.27	83.24	82.43
Exergy loss of H.P. steam turbine	MW	2.5	4.99	6.6
Second law efficiency of condenser	%	45.61	43.86	49.12
Exergy loss of condenser	MW	3.73	4.1	4.48



جمعية المهندسين المحترفين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

2/8

رمز الحاسب الآلي لتحليل الدورة المركبة في محطات القوى

م/ وليد فكري فهمي المرسي

FIRST AND SECOND LAW ANALYSIS OF TALKHA 300 MW COMBINED CYCLE POWER PLANT

By

*FAHMY, W.F., **EL KADY, M.S., **ABDEL SALAM H. M., and **MAHGOUB M.M.

*Delta Electric Company, Production Sector, Ministry of Electricity

**Mechanical Power Engineering Department

Mansoura University, El Mansoura, Egypt

Email:elkady@mum.mans.eun.eg

Abstract:

This paper is concerned with the first and second law analysis of Talkha 300 MW combined cycle power plant which is the first installed and operated plant of this type in Egypt. A recently developed computer code is adapted and used in this study to analyze the considered cycle based on the first and second laws of thermodynamics.

An experimental work has been undertaken on Talkha combined cycle to obtain data required to run the computer program such as temperatures and pressures at different locations in the cycle, as well as the fuel flow rate of the combustion chamber at different loads. As a result of this study, exergy loss and second law efficiency of all Talkha combined cycle components have been determined. For the gas turbine cycle components, the maximum exergy loss occurs in the combustion chamber, while the minimum exergy loss occurs in the gas turbine. For steam cycle components, the maximum exergy loss occurs in the HRSG, and the minimum occurs in the condenser. The second law efficiency of the turbine is the highest value of the gas cycle components while the second law efficiency of combustion chamber is the lowest value. The highest second law efficiency in the steam cycle occurs in the HRSG and the lowest second law efficiency occurs in the steam turbine. Considerable change in both exergy loss and second law efficiency due to load variation has been predicted. For the combined cycle, the integration of the steam cycle to the gas turbine cycle caused 14 % increase in the overall 2nd law efficiency and 13 % increase in the overall thermal first law efficiency for the plant.

NOMENCLATURE

\dot{m}	Mass flow rate, kg/s
I	Exergy loss (irreversibility), kW
Q_k	the heat transfer through the boundary, kJ/s
s	Specific entropy, kJ/kg.K
S	Entropy, kJ/K
T_k	Boundary temperature, K
W	Work rate, kW
η	Efficiency, %

Subscripts:

gen	Generated within the system
-----	-----------------------------

I	1 st law of thermodynamics
II	2 nd law of thermodynamics
r	Reversible
ru	Reversible useful

Abbreviations

CC	Combustion chamber
Comp	Compressor
COND	Condenser
EC	Economizer
FWP	Feed water pump
G.T	Gas turbine
HEV	High pressure evaporator
HRSG	Heat recovery steam generator
LEV	Low pressure evaporator
ST	Steam turbine
SU	Superheater

1. INTRODUCTION

Combined cycle power plants are promising mode of energy recovery and conservation and are economically interesting proposition. Conversion of simple-cycle gas turbine facilities into combined-cycle plants offers clear-cut benefits whenever rising power demands must be met. These benefits include dramatic improvements in efficiency at all loads, and improved operating reliability with relatively low-cost addition to existing power facilities. By the year 2000, the total capacity of combined cycles used by utilities is expected to reach 45000 MW, Najjar (1999).

Several studies have been undertaken to analyze and investigate both steam and gas turbine cycle power plants based on first and second law analysis. Recently, El-Agouze et. al. (1999) presented an exergy analysis of steam power plant for constant and sliding pressure modes. They studied the location and magnitude of the exergy destruction of the individual components of the power plant. Habib (1994) presented an analysis of steam turbine cogeneration system. He compared the performance of the plant with a conventional plant with separate production of process heat and power.

The state of the art in the combined cycle power plants has been presented by Sorour (1995). He outlined the types of the combined cycles and their applications. Najjar (1999) published a review paper covering twelve gas turbine systems which would contribute towards efficient use of energy. El-masri (1987) presented quantitative analytical tools based on the second law of thermodynamics to provide insight into the complex optimization encountered in the design of a combined cycle. Chin and El-masri (1987) presented an exergy analysis and optimization of combined cycles with two-pressure steam bottoming cycles. Toole et. al. (1990) outlined the main concepts of exergy analysis with special emphasis on the fact that exergy can be transferred and transported and on the distinction between work and useful work. Shalaby et. al. (1999) presented a second law analysis of Damietta combined cycle power plant at different loads. The analysis was used to determine the proportion of exergy losses among the plant components. El Kady et al (2000) developed a computer program code (ACCPP) based on the first and second law analysis, to analyze and optimize the operating conditions for the most used combined cycle power plants in the world. This computer code can be used to

give a complete thermal design for any proposed combined cycle power plant. Therefore, this code has been adapted in this study to analyze the Talkha 300 MW combined cycle power plant. Principal relationships used in this computer code are outlined as follows:

$$\text{Exergy loss (irreversibility) } I = W_{ru} - W_u = T_o \cdot S_{gen}$$

Where: W_{ru} is the reversible useful work,

W_u is the useful work

T_o is the ambient temperature,

S_{gen} is the entropy generated within the system boundary;

$$\dot{S}_{gen} = \sum_{out} \dot{m}s - \sum_{in} \dot{m}s - \sum_{out} \frac{Q_k}{T_k}$$

s is the specific entropy,

m is the mass flow rate,

Q_k is the heat transfer through the boundary, and

T_k is the boundary temperature

The first law efficiency (based on the concept of energy) and the second law efficiency (based on the concept of exergy) are defined as follows.

$$\eta_I = \text{Energy output / energy input}$$

$$\eta_{II} = \text{Exergy gained / exergy available}$$

2. EXPERIMENTAL WORK

In the study an experimental test has been performed on Talkha combined cycle power plant. Values of temperatures, pressures, and fuel flow rate at different locations in the cycle and at different loading conditions are measured. The measured data are used to analyze the thermal cycle of the considered power plant by using the computer program code (El Kady et. al, 2000). Description of Talkha combined cycle power plant, instrumentation and the experimental procedures are given as follows.

2.1 Talkha Combined Cycle Power Plant (Case Study)

Talkha combined cycle power plant is the first combined cycle power plant installed and operated in Egypt. This plant has been installed in two stages. Initially the gas turbine power plant, which consists of eight gas turbine units, is installed and operated in 1979 with a total installed power of 200 MW. Each gas turbine unit consists of compressor, combustion chamber, and gas turbine and produces 25 MW. Later, at the end of 1989, the installed power of the combined cycle is increased up to 300 MW by integrating two 50 MW steam turbine units into the plant. Talkha combined cycle power plant is mainly divided into two modules, each one includes four gas turbine units with their heat recovery steam generators (HRSGs), one steam turbine, and its accessories. Figure 1 shows the flow diagram of one module of Talkha combined cycle power plant which consists of four gas turbine units and one steam turbine and its accessories. It may be remarked in Fig. 1 that each gas turbine unit is connected to a double pressure heat recovery steam generator by a normally closed valve.

2.2 Instrumentation

A schematic diagram of the instrumentation used in the gas turbine unit is shown in Fig. 2. These include temperature and pressure measuring instruments such as

thermometers, temperature indicators, temperature elements which produces signals to the system control processor (SCP), pressure gauges, a pressure transmitter which is linked to the (SCP), a thermocouple which is connected to a local digital temperature recorder via the (SCP). The combustion chamber inlet fuel flow rate is measured by a flow meter.

The instrumentation used with steam turbine unit are shown in Fig. 3 and include number of temperature, pressure, and flow rate transmitters linked to the system control processor. Temperature transmitters are used to measure the temperatures of low- and high-pressure steam drums, the superheated exit steam temperature, the turbine steam inlet temperature, and the condenser exit temperature. Pressure transmitters are used to measure the pressures of condensate pump exit, low and high-pressure steam drums, the superheated exit steam, the turbine steam exit, and the condenser vacuum. The flow rate transmitter has been used to measure the condensate pump flow rate.

2.3 Experimental procedure

Initially the gas turbine unit is tested according to the following procedure.

1. One gas turbine unit is isolated from the power plant by switching the valve between the gas turbine unit and its HRSG to the closing position. At this position, the turbine exhaust gases is directed to the ambient.
2. The isolated gas turbine is operated until its maximum turbine speed is attained, then the no load temperatures, pressures and fuel flow rate have been recorded.
3. The gas turbine unit load is gradually increased up to 100% by controlling the fuel flow rate input to the combustion chamber. Temperatures, pressures and fuel flow rates at 25%, 50%, 75%, and 100% are recorded.

The combined cycle power plant is tested according to the following procedure.

1. One gas turbine unit is individually operated until its output power attained its maximum value, then the valve between the gas turbine and the HRSG is opened and in turn the turbine exhaust gases is directed to the HRSG. Consequently the steam generated in the HRSG is supplied to the 50 MW steam turbine which in this case produces 25% of the base load. At this condition, temperatures, pressures and fuel and cooling water flow rates are measured.
2. The combined cycle power plant load is increased up to 50% by including the second gas turbine unit with its HRSG into the combined cycle and then all measurements have been recorded.
3. Data of the combined cycle power plant at 75% and 100% load are obtained by including the third and the forth gas turbine units respectively with their HRSGs to the module.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

This paper is concerned with the thermodynamic analysis of 300 MW Talkha combined cycle power plant. Initially, experimental tests are carried out on this power plant during operation. Using a published computer program code [El Kady et al, 2000], a complete analysis of the cycle has been undertaken. The first law efficiency, exergy expanded, exergy losses, and second law efficiency of individual gas turbine cycle and the combined cycle are obtained. In addition the exergy loss and the second law efficiency for each component at different loading conditions are determined.

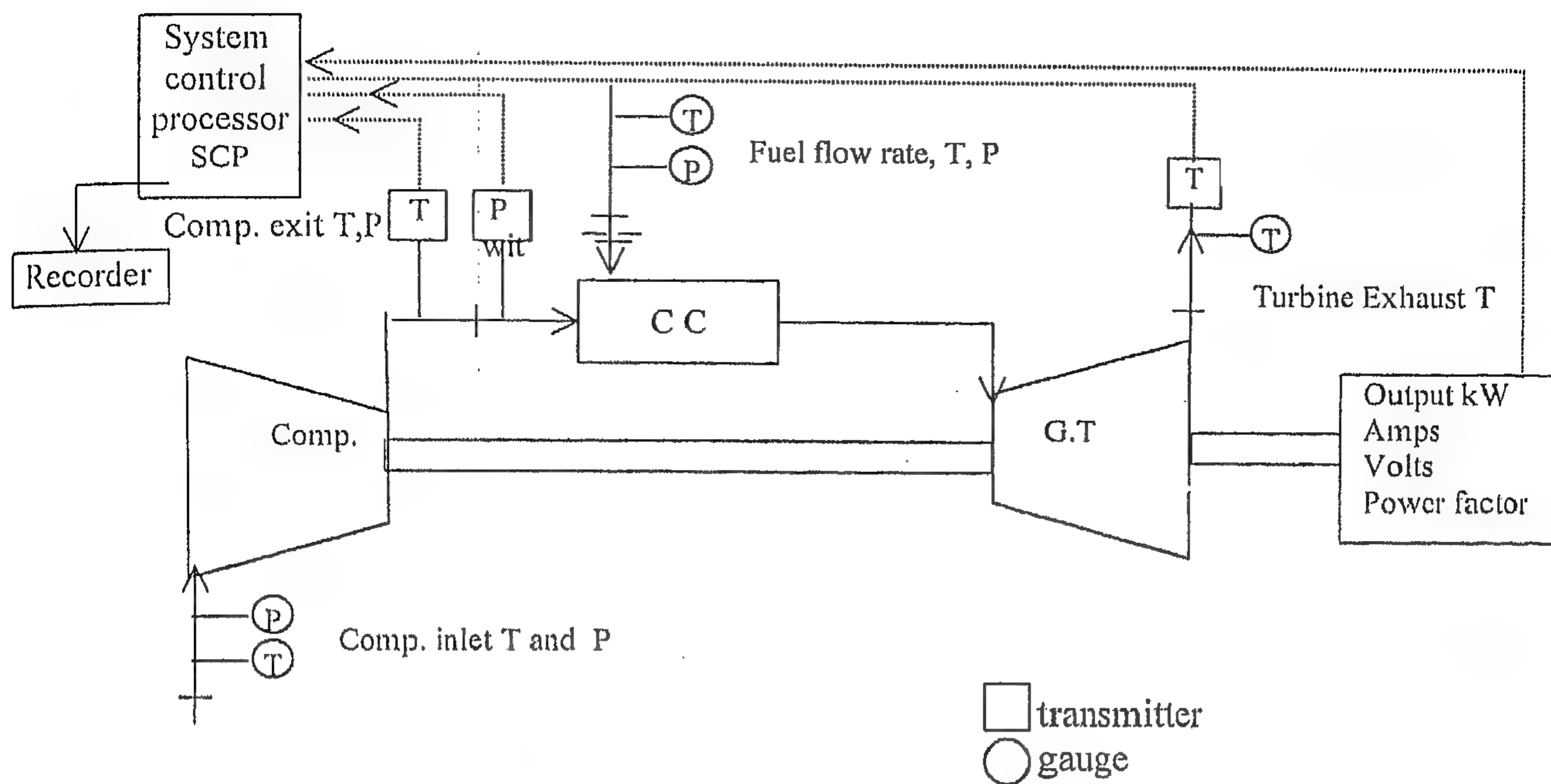


Fig. 2 Instrumentation diagram for gas turbine part of Talkha combined cycle power plant

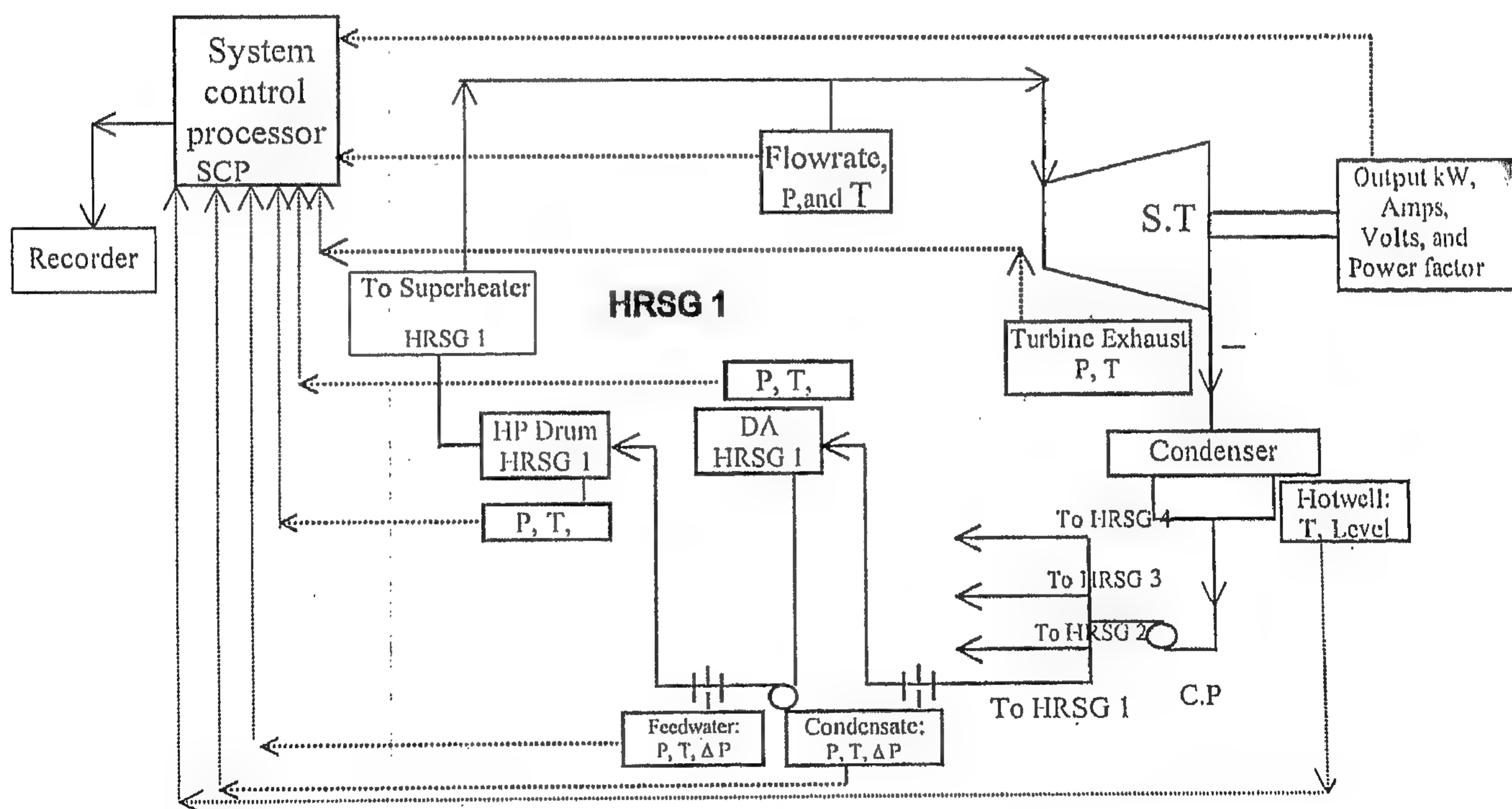


Fig. 3 Instruments diagram for steam turbine part of Talkha combined cycle power plant

3.1 Experimental Results

As mentioned previously, the measured data listed in tables I and II of both gas turbine unit and steam turbine part of Talkha combined cycle power plant are necessary for the computer analysis of this cycle. However, the analysis of this data may be useful from practical point of view, as it highlights the performance characteristics of the power plant.

Figure 4 shows the experimental results of net power of both gas turbine and combined cycles at different loads. It is remarked in Fig. 4 that, both gas turbine and combined cycle power increase with the load increase (load percentage). This is expected because in practice as the load increase, more gas turbine units are operated.

The experimental results of the specific fuel consumption of both gas turbine and combined cycles at different loads are set out in Figure 5. The figure indicates that a large decrease in the specific fuel consumption of the gas turbine cycle has been obtained with the load increase, while a slight decrease in the specific fuel consumption of the combined cycle is predicted with the load increase. This is due to the power developed in steam cycle depends on the recovery of the heat exhausted from the gas turbine, and this is the most important advantages of the combine cycle.

3.2 Computer Program Code Results

The computer program code (El Kady et. al, 2000) used in this study was designed such that certain temperature and pressure data of the analyzed cycle must be available. Therefore, the measured data listed in tables I and II of both gas turbine unit and steam turbine part of the considered combined cycle are supplied to the computer program code and the predicted results are set out in tables III and IV, and discussed as follows.

3.2.1 First law analysis of the cycle

Figure 6 shows the calculated gas turbine inlet and exit temperatures compared with the measured compressor exit temperature. The gas turbine inlet temperature is not available as a measured value in most plants and can be calculated during the analysis. This temperature is an important parameter and must be known to the operator; because any increase in its value above the designed value will result in severe damage of the turbine vanes. However, it is clear in Fig. 6 that, the maximum calculated gas turbine inlet temperature is 1205 °C which is lower than the maximum permissible design value of the plant (General Electric Company, 1979- 1990). It may be also remarked in Fig. 6 that, both gas turbine inlet and exit temperatures increase with the load increased.

Figure 7 presents the variation of the gas turbine air flow, combustion chamber air to fuel ratio, and excess air with the load. It is clear in this figure that, the air flow rate increases with the load; this is because of the practical limitations of the gas turbine inlet and exit temperatures. In addition, the figure indicates that the air to fuel ratio decreases from 108 to 67 with the variation of load from 50 to 100%. Because of that, a dramatic decrease in excess air occurs with the load increase, which is expected to increase the first law efficiency of the cycle.

Figure 8 shows the effect of load variation on the first law efficiency of gas turbine cycle components. The figure highlights that the load increase causes a slight increase in the combustion chamber efficiency, a remarked increase in the gas turbine efficiency, and a significant decrease in the compressor efficiency.

Effect of load variation on the first law efficiency of the steam turbine cycle components is given in Fig. 9. The figure shows that the load increase causes a large increase in the steam turbine efficiency and a slight increase in both HRSG and condenser efficiency.

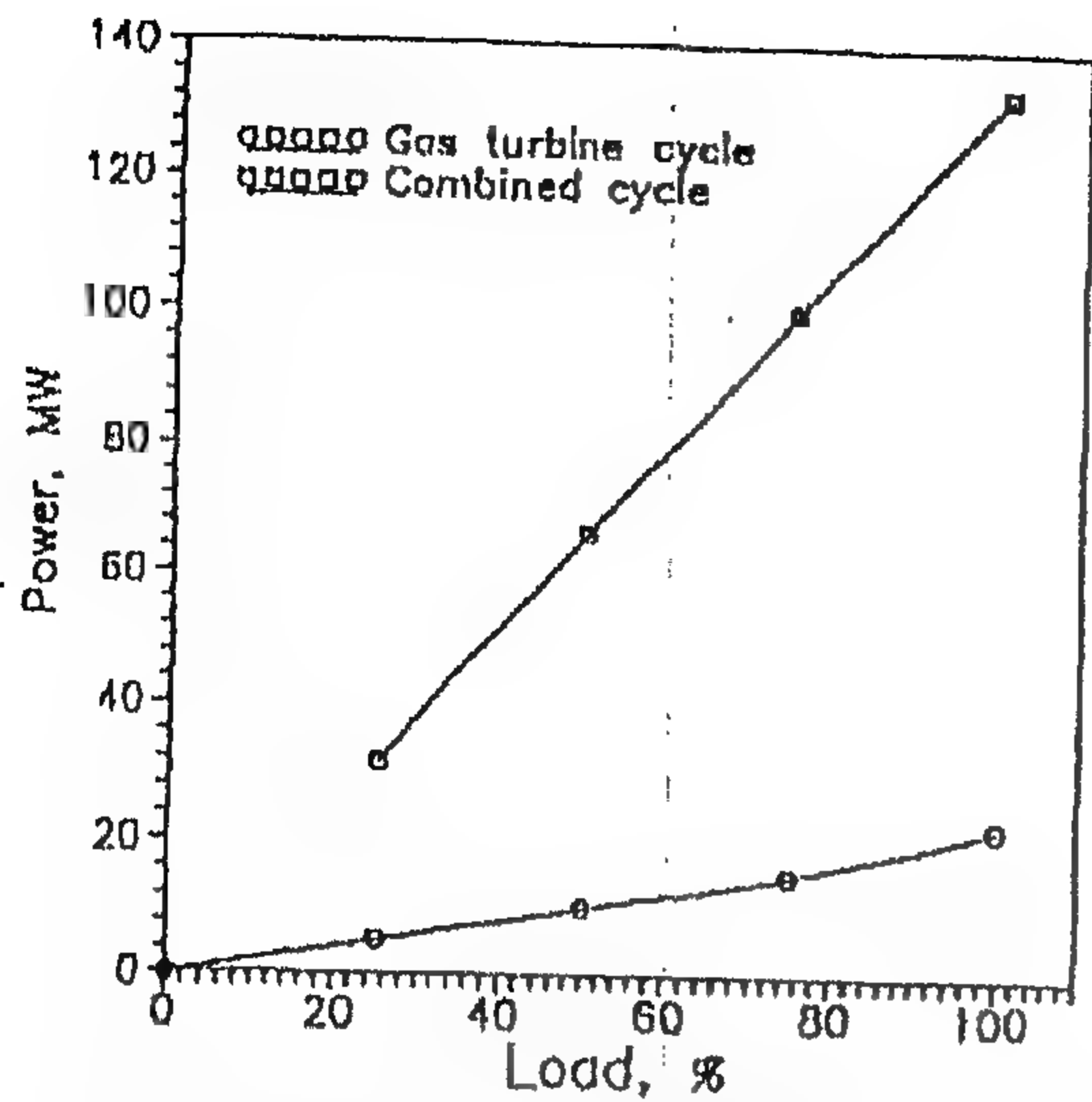


Fig. 4 Effect of Load variation on the gas turbine cycle and combined cycle power

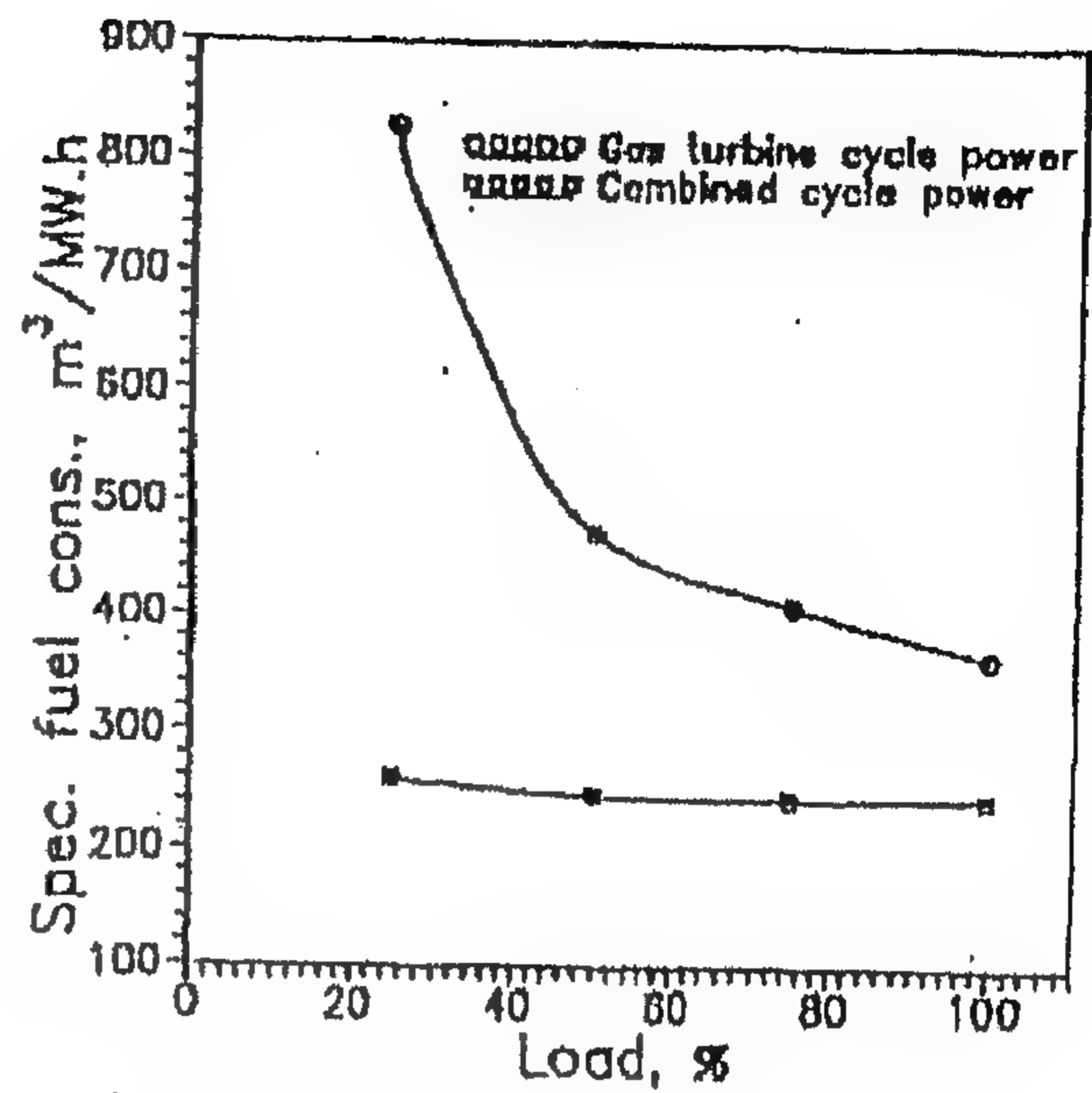


Fig. 5 Load variation effect on the gas turbine cycle and combined cycle specific fuel consumption

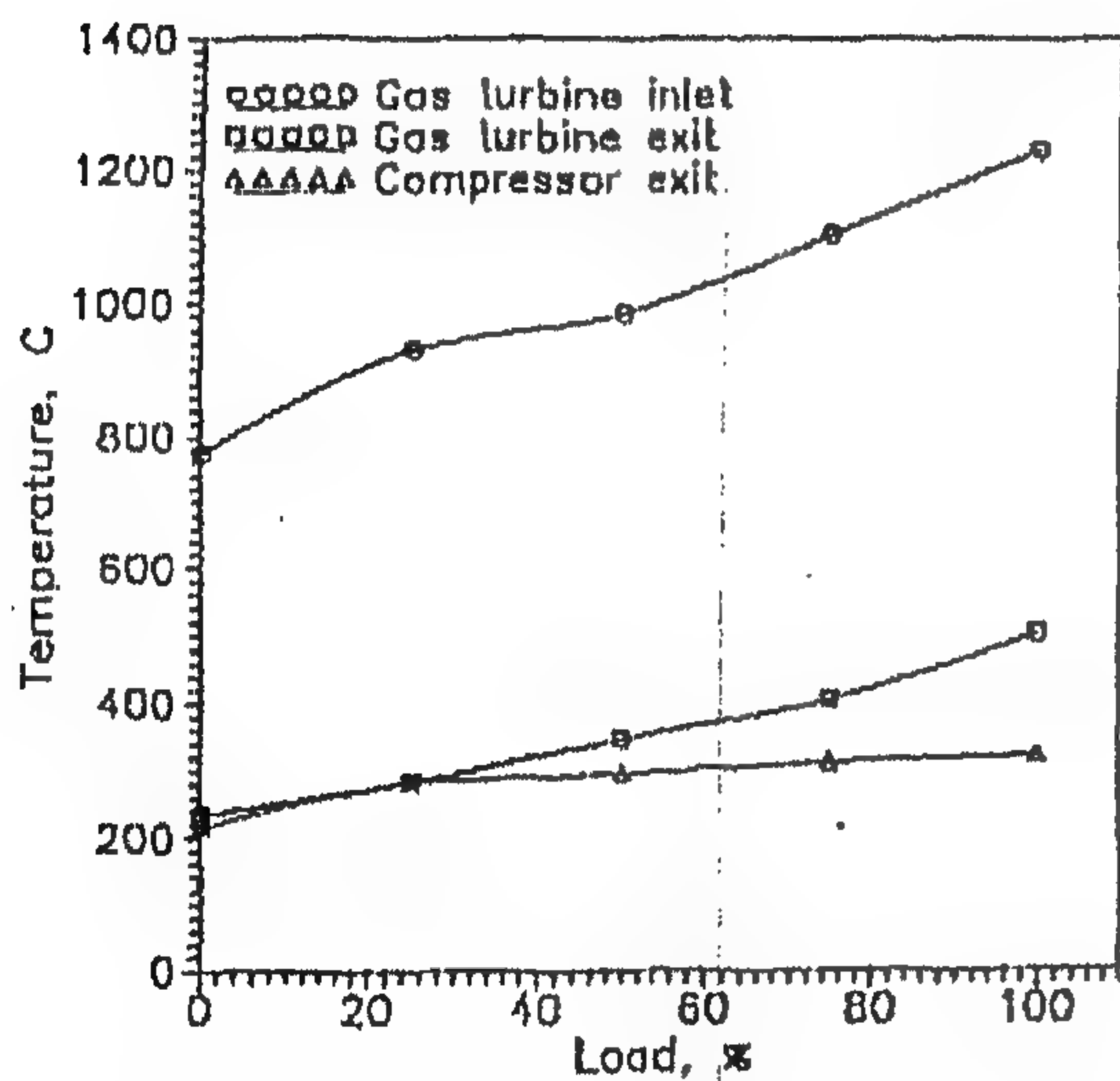


Fig. 6 Behavior of the inlet and exit gas turbine and compressor exit temperature with load variation

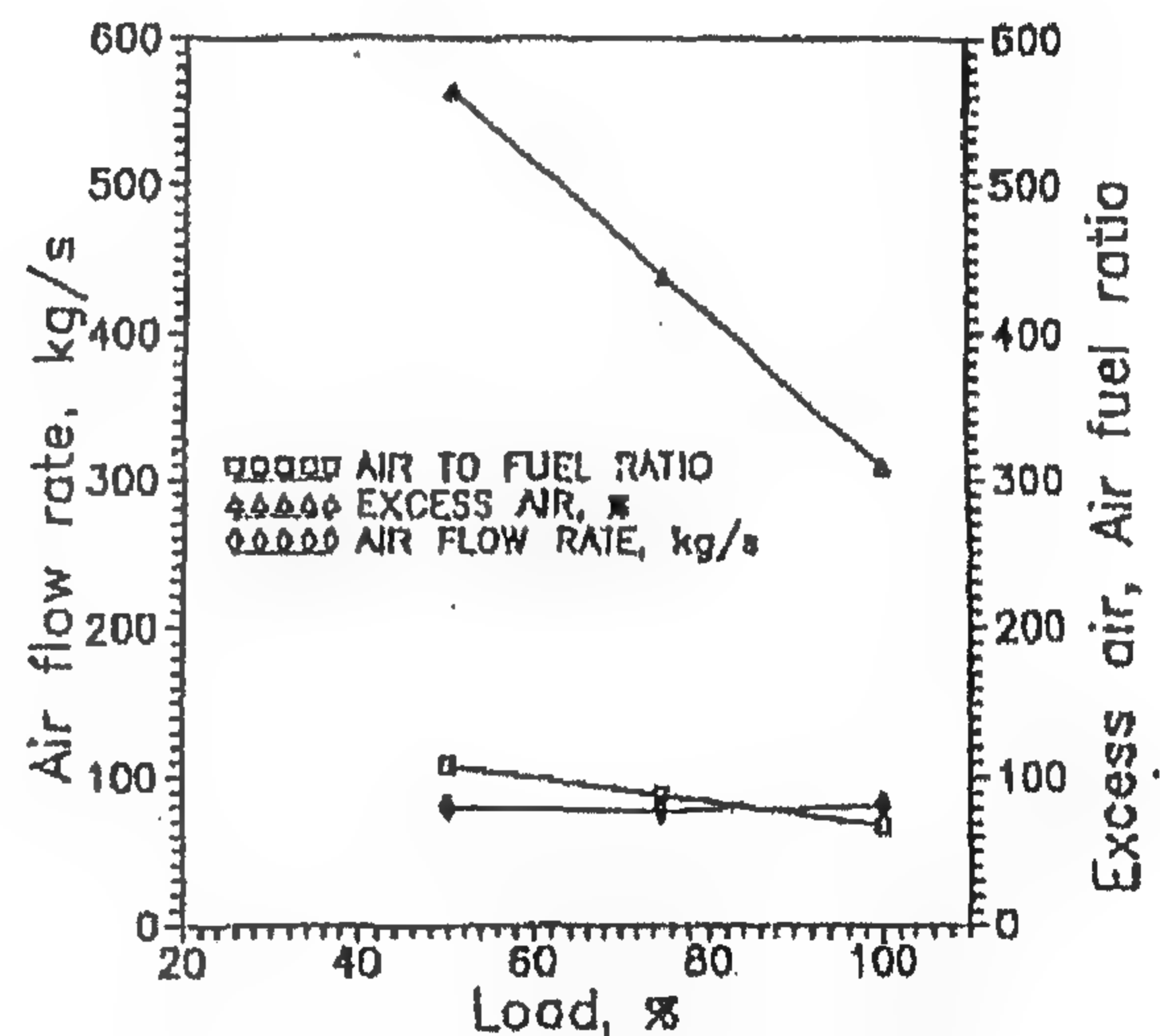


Fig. 7 Influence of Load variation on the air fuel ratio, air flow rate and excess air

3.2.2 Second Law analysis of the cycle and its components

The second law analysis of the combined cycle under investigation includes the determination of both exergy loss and second law efficiency for each cycle component individually. In addition, the overall second law efficiency for gas turbine cycle and combined cycle at various loads are determined.

3.2.2.1 Exergy loss

The exergy losses of the gas turbine cycle components at different loads are presented in Fig. 10. It is clear in this figure that the maximum exergy loss occurs in the combustion chamber while the minimum exergy loss occurs in the gas turbine. The increase in exergy loss in the combustion chamber comparing with other cycle components may be attributed to the mixing of different components (air +fuel), the high temperature difference between the products and the reactants, and the high friction loss. Effect of load on the exergy loss in the gas turbine cycle components is clear also in Fig. 10. It may be noted that, for combustion chamber and gas turbine, the exergy loss increases with the load increase. In other hand, the exergy loss in the compressor initially increases from 3.28 to 4.18 MW with the change of load from 50 to 75% and then decreases from 4.18 to 3.77 MW with the change of load from 75 to 100%. This decrease in the exergy loss may be attributed to the decrease of entropy generation in the compressor with the increase of load.

Figure 11 presents the exergy losses of the steam turbine cycle components at different loads. It is remarked in this figure that the maximum exergy loss occurs in the heat recovery steam generator (HRSG) while the minimum exergy loss occurs in the condenser. Effect of load on the exergy loss in different cycle components is given also in Fig. 11. The exergy loss in the HRSG increases with the load increase; this is due to the increase of both the exergy generated from exhaust gasses and steam. The exergy loss in the steam turbine increases from 5.43 to 9.18 with load from 25 to 100%. This increase is due to the presence of both vapor and liquid in the steam turbine, which causes higher internal and external friction and produces higher entropy generation.

3.2.2.1 Second law efficiency

Figure 12 shows the second law efficiency of gas turbine cycle components at different loads. The figure indicates the 2nd law efficiency of the gas turbine is the highest of all the cycle components. This is due to the decrease of exergy loss in gas turbine relative to other cycle components. The 2nd law efficiency of the combustion chamber is the lowest; this is due to the high value of exergy loss in the combustion chamber. Figure 12 shows also effect of load variation on the 2nd law efficiency of the gas turbine cycle components. The compressor 2nd law efficiency increases from 88.5 to 89.45% with the increase of load from 50 to 100%; this is caused by the decrease of entropy generation with change of exit temperature with the increase of the exergy available of compressor. The efficiency of combustion chamber changes from 54.67 to 61.79% with the increase of load from 50 to 100%.

Figure 13 shows the second law efficiency of steam turbine cycle components at different loads. The HRSG has the highest efficiency while the steam turbine has the lowest efficiency. The high value of the HRSG efficiency is because the exergy expanded in HRSG increases due to the higher inlet temperature of the gasses. The steam turbine second law efficiency increases with the increase of load from 50 to 100%. This increase is due to the increase in exergy loss from 62 to 82%.

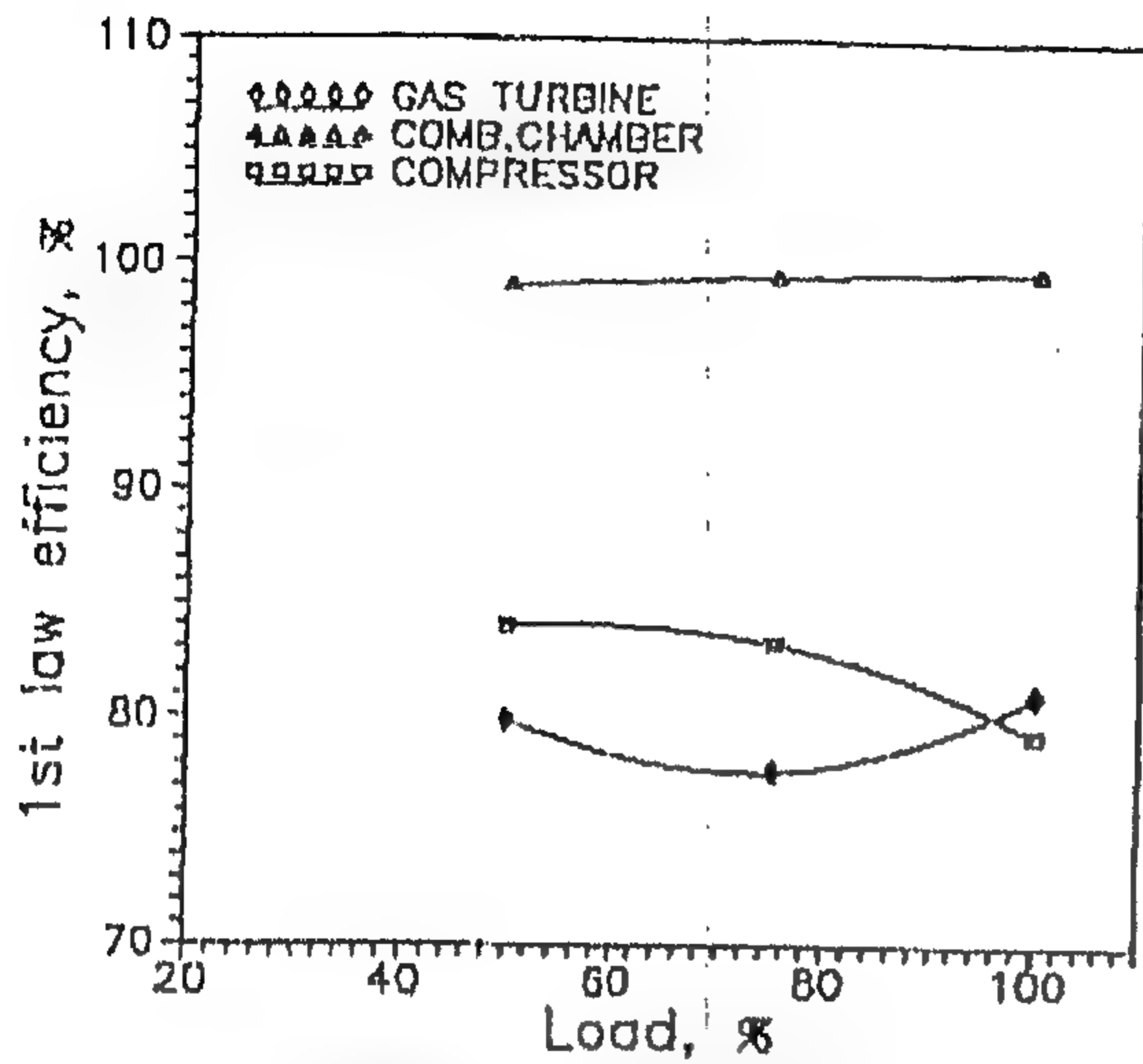


Fig. 8 Behavior of the first law efficiency of gas cycle components with load variation

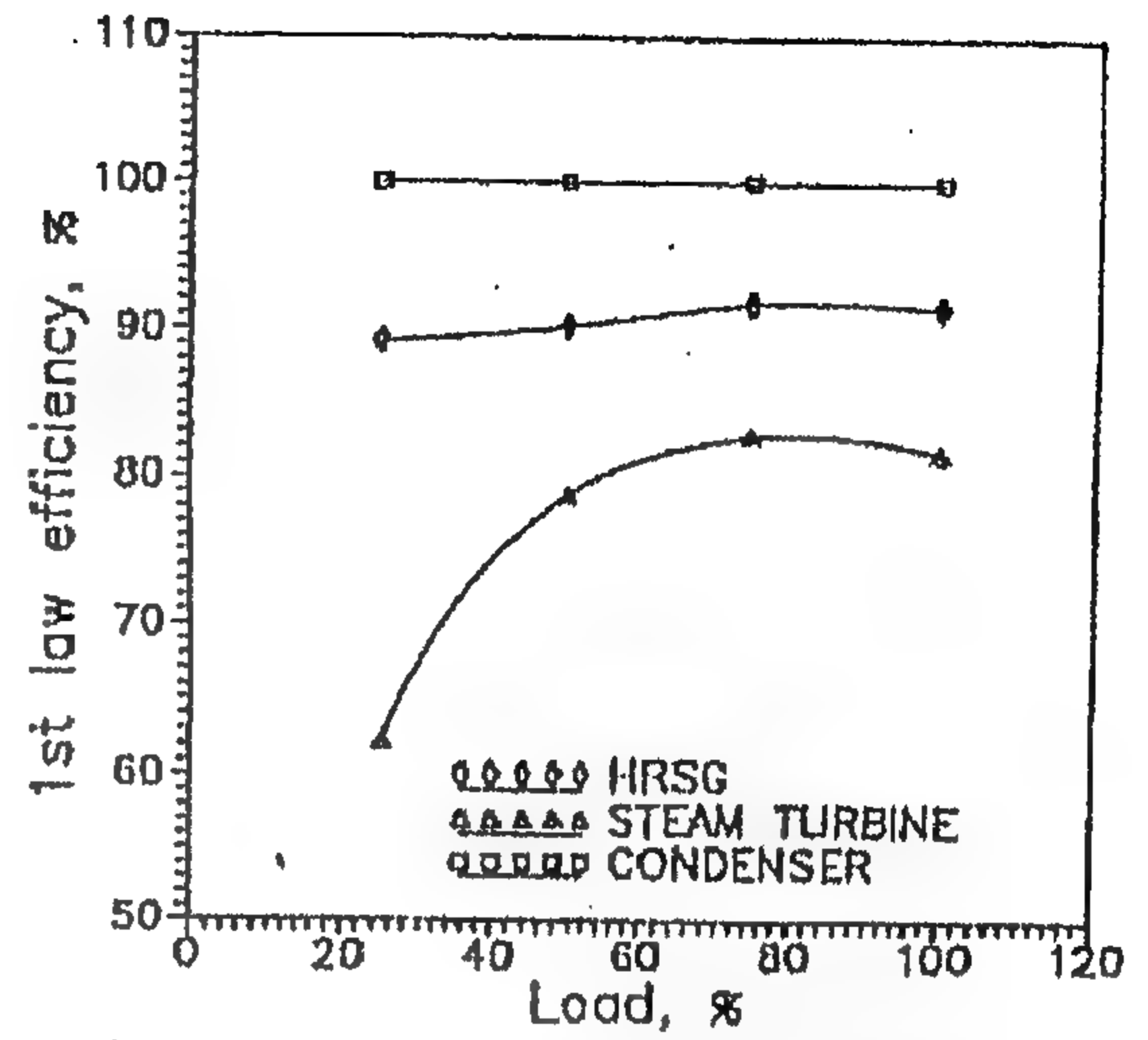


Fig. 9 Influence of Load variation on the 1st law efficiency of steam cycle components

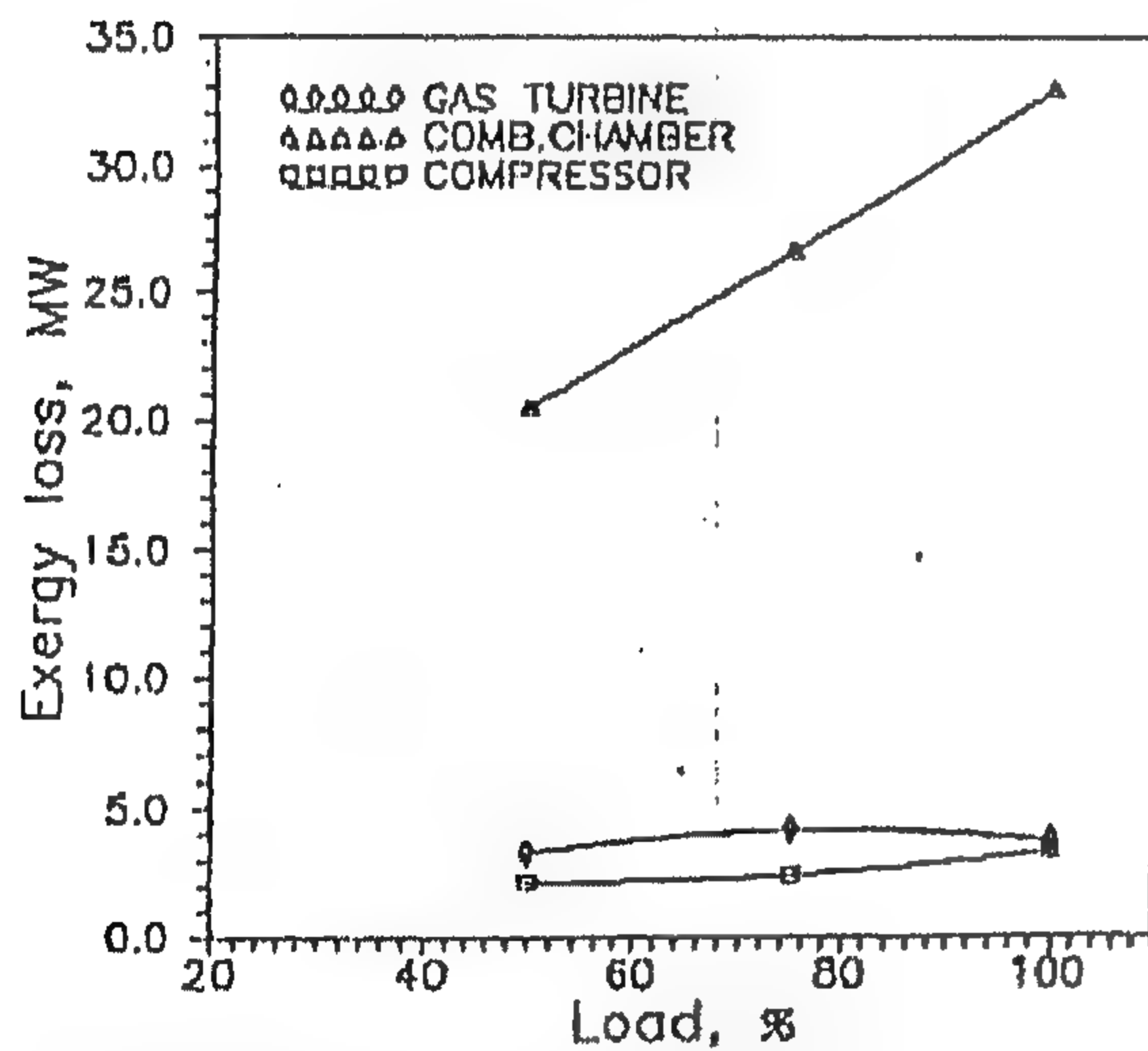


Fig. 10 Exergy loss variation of the gas turbine cycle components with the variation of load

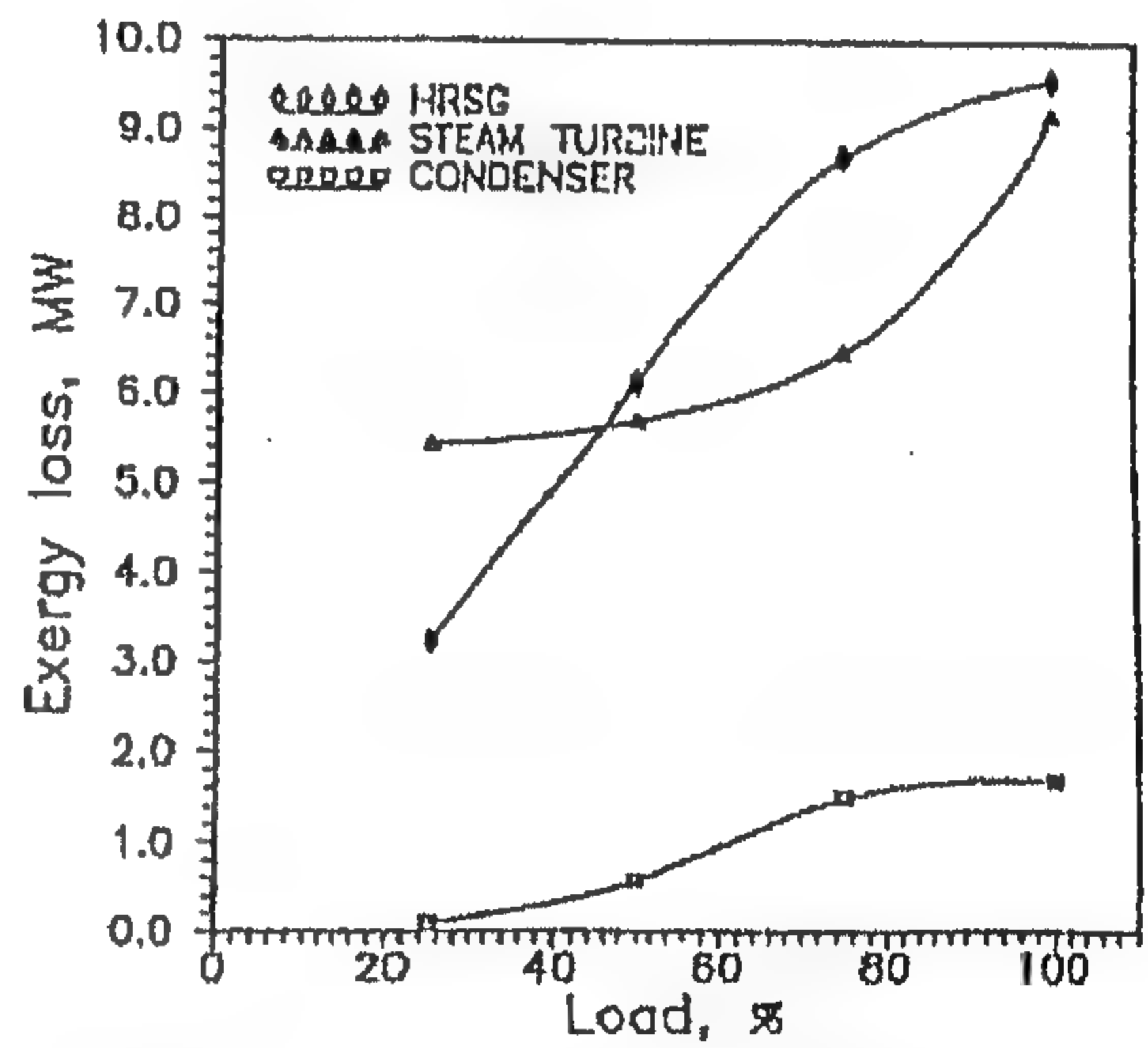


Fig. 11 Effect of Load variation on the exergy loss of steam cycle components

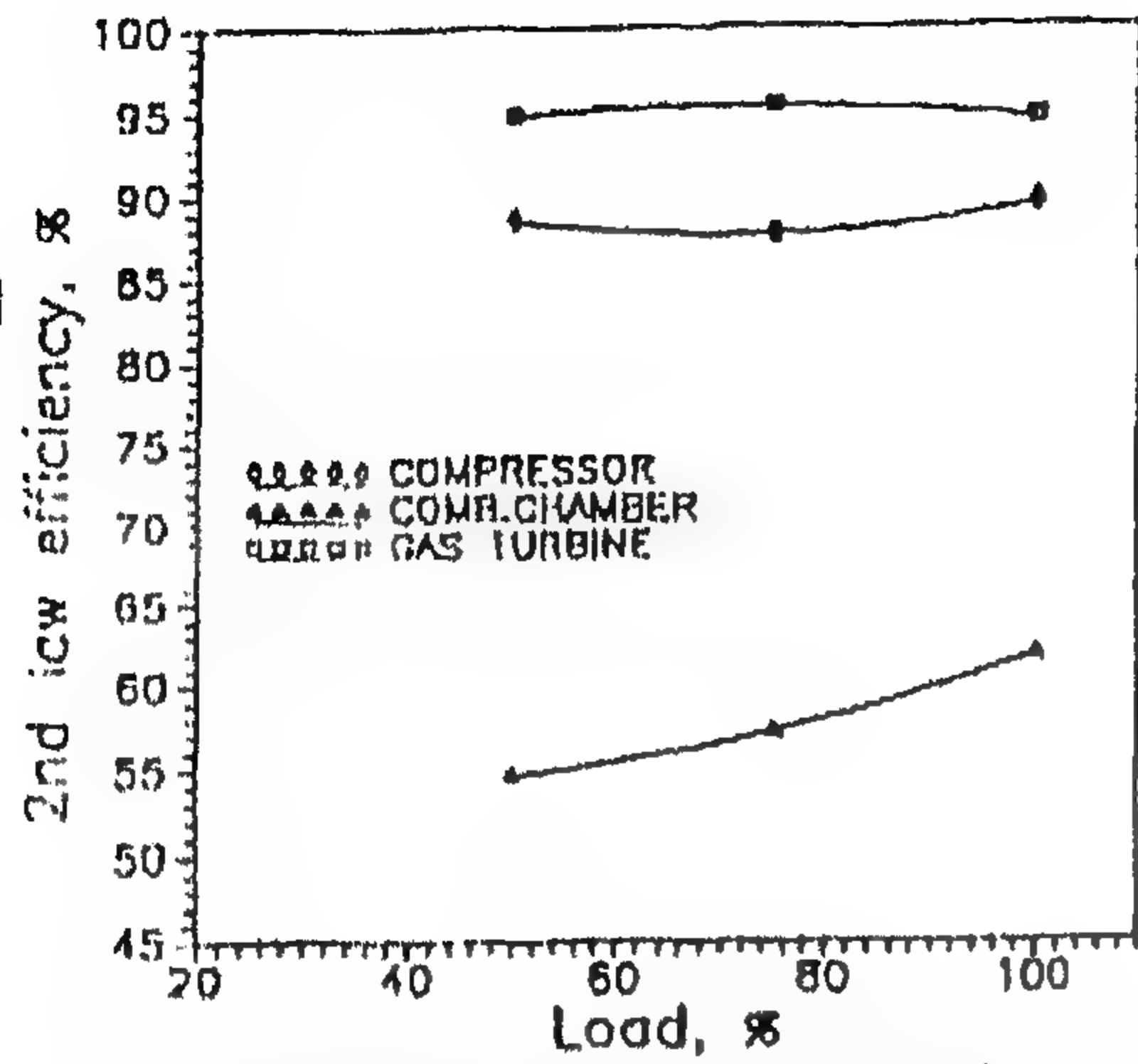


Fig. 12 Influence of load variation on the 2nd law efficiency of the gas cycle components

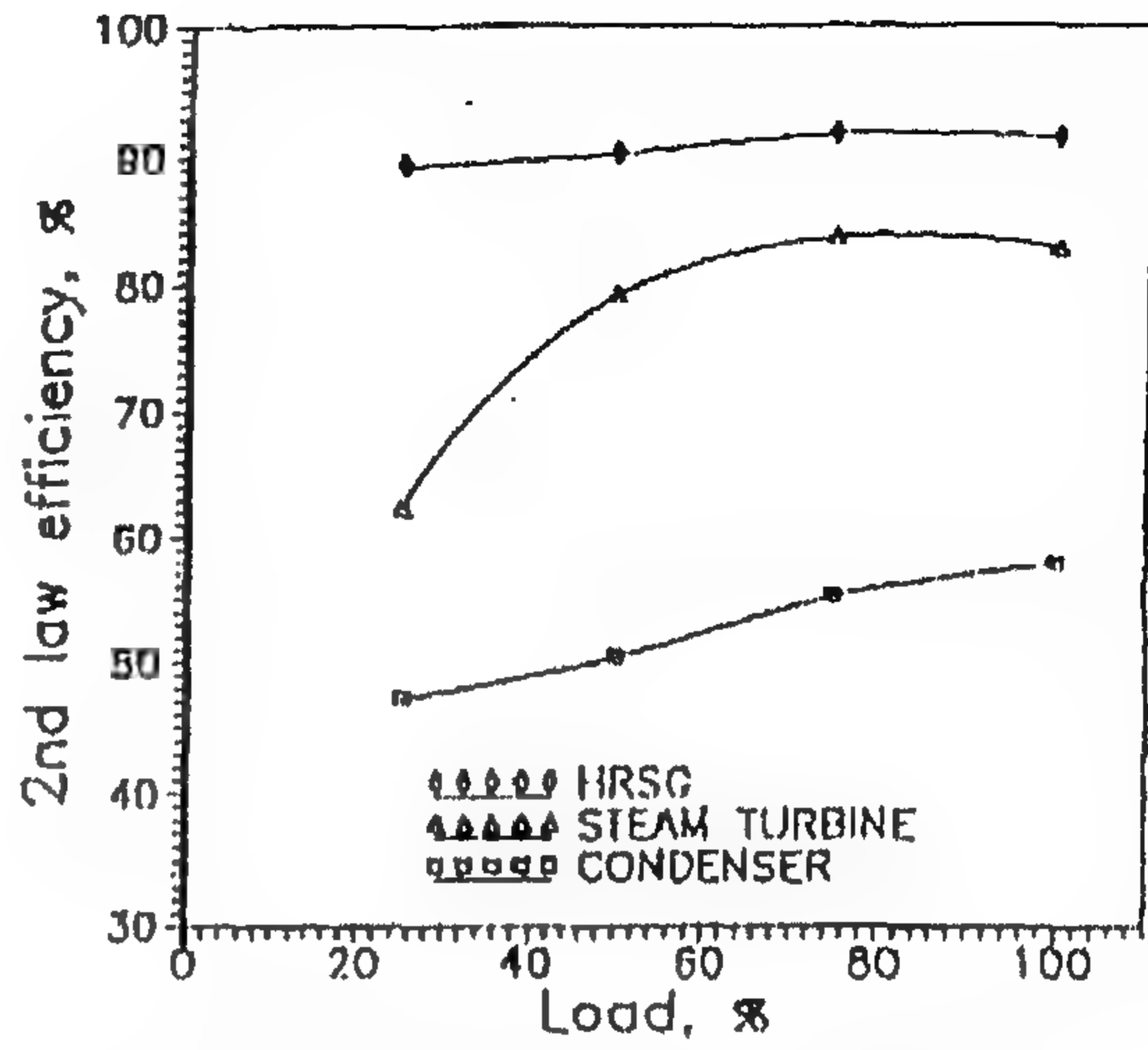


Fig. 13 Effect of Load variation on the 2nd law efficiency of the steam cycle components

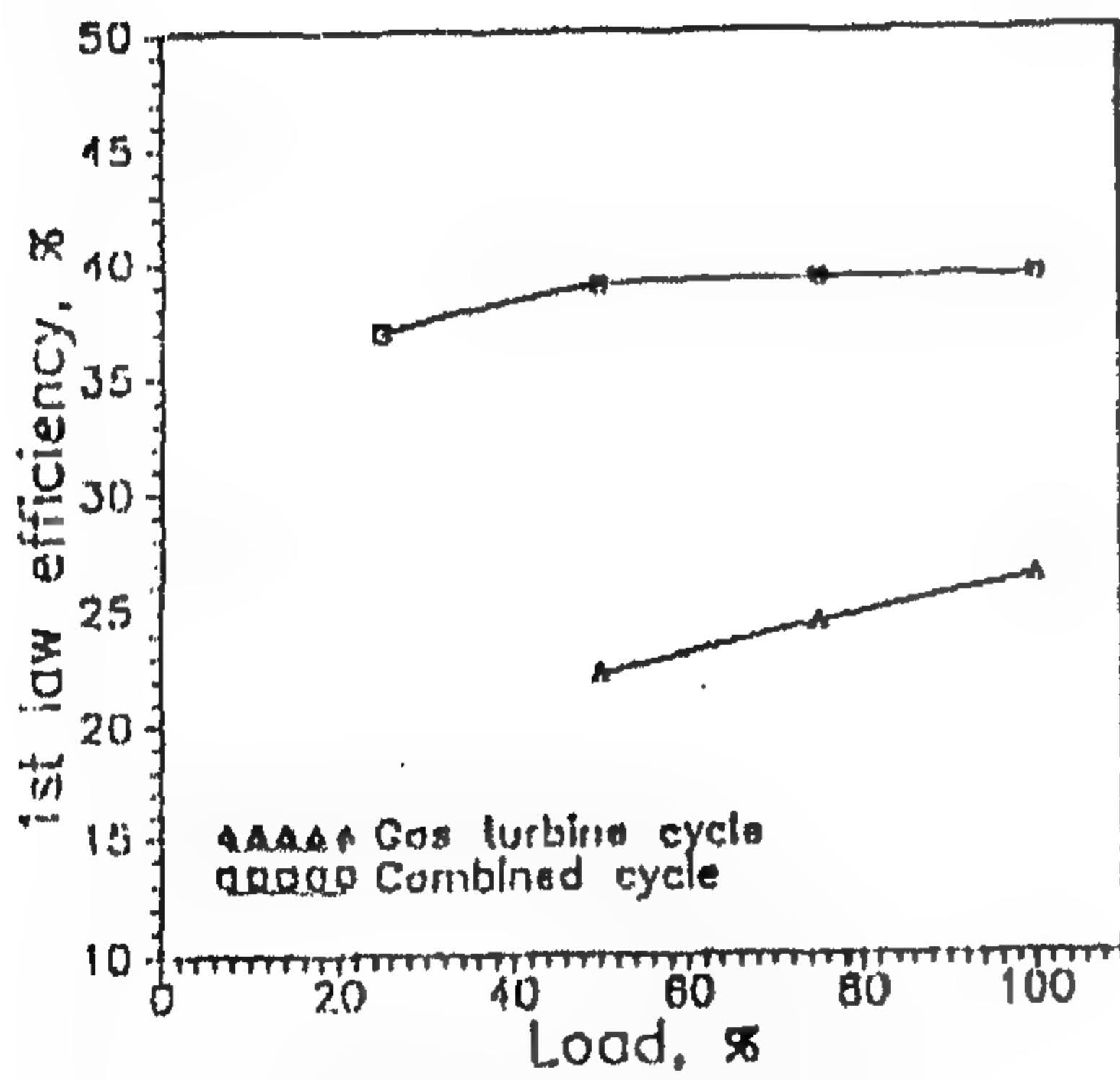


Fig. 14 behavior of the 1st law efficiency of gas and combined cycles with load variation

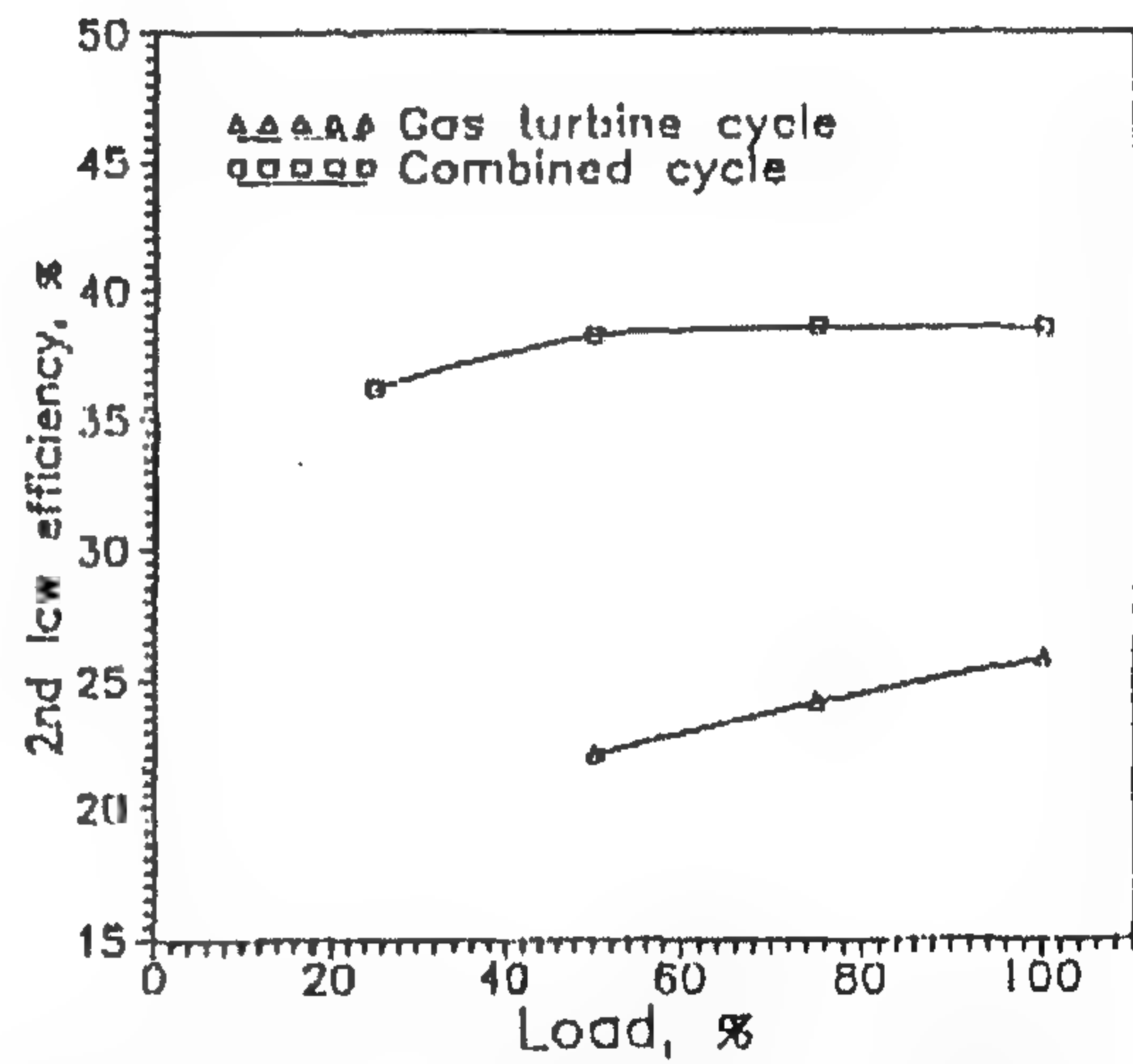


Fig. 15 2nd law efficiency variation of gas and combined cycles with load

The overall first law thermal efficiency and the overall 2nd law efficiency for gas turbine cycle and combined cycle at various loads are shown in Figs. 14 and 15. The thermal efficiency of the combined cycle is 13% higher than the gas turbine plant, and the second law efficiency is increased by 14% by using the combined cycle.

4. CONCLUSIONS

As a result of this study the following principal conclusions are obtained.

1. For the gas turbine cycle components, the maximum exergy loss occurs in the combustion chamber; about 38.5% of the exergy expanded at the base load. The minimum exergy loss occurs in the compressor and turbine; it is nearly 4% and 4.2% respectively. The 2nd law efficiency of the turbine is 95%; its the highest value of the gas cycle components. The second law efficiency of combustion chamber is the lowest value and is changed from 54.67 to 61.79 % with the increase of the load, from 50 to 100%. The compressor second law efficiency remains nearly constant at 89%.
2. For the steam cycle components, the maximum exergy loss occurs in the HRSG, and the minimum occurs in the condenser. The exergy loss of the steam turbine increases from 5.43 to 9.18 MW corresponding to 25 – 100 % load variation. The compressor consumes about 50 to 66 % of gas turbine power against a load reduction from 100 to 50 %. The highest second law efficiency in the steam cycles is 89% and occurs in the HRSG. The lowest second law efficiency occurs in the steam turbine and it increases from 62 to 82% with the increase of load from 50 to 100%. While, the lowest first law efficiency occurs at the low-pressure steam turbine and is affected with the load variation; it is increased from 62 to 65% with the increase of load from 50 to 100%.
3. For the combined cycle, the integration of the steam cycle to the gas turbine cycle caused 14 % increase in the overall 2nd law efficiency and 13 % increase in the overall thermal efficiency for the plant.

REFERENCES

1. El-Agouze, E., Mahgoub, M. M., Gad, H. E, and Awad, M. M, 1999, "Exergy Analysis of Thermal Power Plant for Constant and Sliding Pressure Modes," The First Minia International Conference for Advances Trends in Engineering (MICATE), PP, 256-269, 16 March.
2. El-Masri, M. A., 1987, "Exergy Analysis of Combined cycles: part 1- Air Cooled Brayton Cycle Gas Turbines," ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 109, PP.228-236.
3. El Kady, M. S., Abdel Salam H. A., Mahgoub M. M., and Fahmy, W.F., 2000, "Generalized Computer Program For Predicting The Performance of Combined Cycles Power Plants", accepted for publication in Mansoura Engineering Journal.
4. Chin, W. W. and El-Masri, M. A., 1987, "Exergy Analysis of Combined cycles: part 2: Analysis and Optimization of Two-Pressure Steam Bottoming Cycles", Trans. of ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 109, PP.237-242.
5. Habib, M. A., 1991, "First and Second Law Analysis of Steam Turbine Cogeneration Systems", ASME Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol.113, pp.15-19.
6. General Electric Company, 1979-1990, "Operation and Maintenance Manual", Vol. 113, pp. 15-19.

7. Najjar, S.H., 1999, "Efficient Use of Energy by Utilizing Gas Turbine Combined Systems", The Third Jordanian Mechanical and Industrial Engineering Conference, pp. 1-32, Amman, Jordan 9-12 May 1999.
8. Shalaby, M. A., Bekhiet, M. M., and El-Sady, A. S., 1999, "Second Law Analysis at Part Load and Off-Design Conditions of Dammita Combined Cycle power Plant," The First Minia International Conference for Advances Trends in Engineering (MICATE), pp. 303-318, March 1999.
9. Sorour, M. M., April 1995, "Combined Cycles", 2nd Alexandria International Conference on Heat Exchangers, Boilers, and Pressure Vessels," Vol. 2, pp. 362-375.
10. Toole, F.O., and Macgorven, J.A., 1990, "Some Concepts and Conceptual Devices for Exergy Analysis", Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, Proc. Inst. Mech. Engrs., Vol. 204, pp. 329-340.
11. Wylen, G. V., Sonntag, R., and Borgnakke C., 1996, "Fundamentals of classical thermodynamics", John Wiley and Sons.

Table I Gas turbine cycle experimental measured data

Parameter	Load				
	0%	25 %	50 %	75 %	100 %
Gas turbine net power, MW	0	5	10	15	22.3
Compressor inlet temp., °C	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5
Compressor outlet temp., °C	216	281	295	312	322
Compressor outlet press., bar	6.75	7.3	7.6	8.1	8.75
Gas turbine outlet temp., °C	250	284	346	405	502
Fuel flow rate, m ³ /hr	2956.5	4139.1	4730.4	6142.4	8131.5

Table II steam turbine cycle experimental measured data

Parameter	Load			
	0	25 %	50 %	100 %
Steam turbine power, MW	9	21.5	33	44
Mass flow rate of feed water pump, ton/hr	45	90	137	182
Pressure of superheated steam, bar	18.6	18	26	35.2
Pressure of high pressure drum, bar	26.5	27.5	33	40
Pressure of low pressure drum, bar	1.5	1.54	1.6	2.02
Condenser pressure, mm. Hg	34	43	56	75
Pressure of feed water pump, bar	60	60	60	60
Temperature of low pressure drum, °C	120	120	125	136
Temperature of superheated steam, °C	466	463	465	468
Condensate outlet temperature, °C	22	31	43	47
Condensate outlet pressure, bar	12.3	11.4	10.5	9.5
Cooling water inlet temperature, °C	23.1	23.1	23.1	23.1
Cooling water outlet temperature, °C	28	29	30	34
Cooling water flow rate, ton/hr	11300	11300	11300	11300
Stack inlet temperature, °C	500	498	499	500
Stack outlet temperature, °C	166	167	172	182
Stack outlet pressure, bar	1.004	1.004	1.004	1.004

Table III gas turbine cycle computer program results

Parameter	Load		
	50%	75 %	100 %
Gas turbine power, MW	39.779	50.317	59.879
Compressor power, MW	28.582	33.910	35.770
Net power, MW	11.197	16.407	24.109
Gas turbine inlet temperature, °C	965	1066	1205
Heat added to combustion chamber, MJ/s	45.281	61.685	84.913
Air flow rate, Kg/sec	100.79	111.36	116.7
Air to fuel ratio, -	108	88	67
Percentage excess air, %	563	438	309
Exergy loss of compressor, MW	3.283	4.182	3.771
Exergy loss of combustion chamber, MW	20.488	26.566	33.03
Exergy loss of gas turbine, MW	2.167	2.428	3.403
Chemical exergy of the fuel, MW	45.202	62.192	86.427
Isentropic efficiency of compressor, %	79.823	77.695	80.979
Isentropic efficiency of gas turbine, %	84	83.252	79.271
First law efficiency of combustion chamber, %	99	99.45	99.7
Second law efficiency of compressor, %	88.513	87.66	89.456
Second law efficiency of combustion chamber, %	54.676	57.283	61.79
Second law efficiency of gas turbine, %	94.832	95.396	94.621

Table IV steam turbine cycle computer program results

Parameter	Load			
	25%	50%	75%	100%
Exergy loss of HRSG, MW	3.218	6.119	8.702	9.578
Exergy loss of steam turbine, MW	5.434	5.687	6.454	9.185
Exergy loss of condenser, MW	0.1	.57	1.487	1.685
Isentropic efficiency of steam turbine, %	62.163	78.736	82.789	81.68
First law efficiency of HRSG, %	89.23	90.217	91.77	91.751
Second law efficiency of HRSG, %	87.914	88.47	88.88	90.82
Second law efficiency of steam turbine, %	62.35	79.08	83.611	82.73
Second law efficiency of condenser, %	47.2	50.32	55.23	57.8
Overall first law efficiency, %	36.84	38.89	39.194	39.194
Overall second law efficiency, %	36.21	38.24	38.53	38.529



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

3/8

تقنيات التحكم في انبعاث محطات القوى الكهربائية

م/ احمد طه هاشم
م/ سامي قطييط

تقنيات التحكم في انبعاث محطات القوى الكهربائية

م/ احمد طه هاشم م/ سامي قطيط
شركة كهرباء الاسكندرية

ملخص

كان الهدف الرئيسي للعاملين في مجال توليد الكهرباء هو انتاج الطاقة الكهربائية بأقل تكلفة ممكنة ، اما اليوم فقد اضيف الى هذا الهدف هدف هام ورئيسي واساسي الا وهو تلبية متطلبات حماية البيئة ، لذا فقد وجب على مسئول ومشغلي محطات توليد الكهرباء الامام بالمعلومات الكافية عن انواع وخصائص ومستوى الملوثات التي تصدر من محطات الكهرباء وعن طرق القياسات المختلفة وكيفية التحكم في الانبعاثات لتصبح في الحدود القياسية التي تسمح بها قوانين البيئة بغرض توفيق الارضاع حتى لا تخضع محطة القوى الكهربائية لمخالفة قوانين البيئة حيث تكون اما غرامة مالية او مخالفات اخرى قد تصل الى حد اغلاق المحطة.

وفي هذه الورقة سوف نلقى الضوء على :

- ❖ مصادر الانبعاثات المختلفة في محطات توليد الكهرباء تبعاً لنوع الوقود
- ❖ أنواع الانبعاثات المختلفة
- ❖ طرق التحكم في الانبعاثات الغازات الصادرة من محطات توليد الكهرباء
- ❖ مقارنة مستوى الانبعاثات بالحدود القياسية الدولية والمحلية.

مقدمة

منذ ان ظهرت قوانين حماية البيئة في عام ١٩٨٣ قامت الحكومات في العالم بوضع حدود قياسية للانبعاثات الملوثة للبيئة مما دفع الوحدات الصناعية الى تركيب وحدات تخفيض الانبعاثات او استخدام اى وسيلة اخرى لتخفيضها لتكون في الحدود المسموح بها . ولكن تشغيل محطات القوى الكهربائية بطريقة تؤدي الى تقليل الانبعاثات الصادرة منها لتكون في الحدود المسموح بها يقلل من المرونة التي يتمتع بها المشغل هذا من ناحية ، ومن ناحية أخرى فإن تركيب أجهزة ومعدات للتحكم في الانبعاثات يضيف أعباء مالية الى تكلفة المحطة مما يزيد من التكلفة الثابتة لها وهذا يعتبر وضع غير مرضي لمتحى الطاقة ولكنه ضروري لحماية البيئة من الدمار والمحافظة على الصحة العامة للناس وحياتها.

من المسئول عن التلوث الهوائي

النشاط البشرى ليس وحده المسئول عن تلوث الهواء ولكن تقوم الطبيعة أيضا بدور كبير في إصدار الملوثات مثل الغازات والأبخرة المتصاعدة من البراكين والحرائق التي تنتشر في الغابات تأثراً بارتفاع درجة الحرارة أو الصواعق أو النيازك أو أي أسباب طبيعية أخرى بالإضافة الى الأتربة التي تتطاير بفعل الرياح والأعاصير أو الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض ، بل إن الطبيعة تتفوق على النشاط البشرى في تلويث الهواء ببعض الملوثات مثل أكاسيد النتروجين وثنائي أكسيد الكربون والدخان والغبار ويوضح جدول (١) مساهمة كل من الأنشطة البشرية والعوامل الطبيعية في تلويث الهواء :

مساهمة محطات توليد الكهرباء في تلوث الهواء

وباعتبار جدول (٢) نجد ان محطات القوى الكهربائية هي اكبر ملوث للبيئة في اكثر دول العالم تقدماً وتعتبر أمريكا هي اكبر ملوث للهواء بأكاسيد الكبريت SO_x كما انها تساهم بنسبة كبيرة في تلويث الهواء بأكاسيد النتروجين NO_x والجسيمات. وهناك ملوث آخر لم يظهر في الجدول وهو ثاني أكسيد الكربون الذي يزداد تركيزه في الهواء فقد كان تركيزه ٢٨٠ جزءاً في المليون قبل الثورة الصناعية وبلغ ٣١٥ جزءاً في المليون عام ١٩٥٨ وأصبح تركيزه الآن ٣٥٠ جزءاً في المليون وهو يتزايد بمعدل ٠,٤ ٪ سنوياً ومن المتوقع ان يزداد تركيزه ٣٠ ٪ في الخمسين عاما المقبلة.

ومن أسباب زيادة هذا الغاز التوسع الكبير في حرق الوقود الأحفوري Fossil Fuel من بترول وغاز طبيعي وفحم وخشب سواء للأغراض الصناعية أو التعدينية أو لتوليد الكهرباء أو لإدارة محركات الاحتراق الداخلي في السيارات والقطارات والسفن وغيرها و إزالة الغابات الطبيعية التي تمتص هذا الغاز وتحقق التوازن البيئي علاوة على إنتاجها للأكسجين وتهدئة الأتربة والجسيمات المسببة في الهواء.

مصادر الانبعاثات في محطات القوى

تنتج الانبعاثات أساساً من عملية احتراق الوقود في فرن الغلاية ثم تنطلق إلى الجو من خلال المدخنة ، وأهم هذه الملوثات هي أول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت التي يشكل ثاني أكسيد الكبريت القسم الأكبر منها ، وأكاسيد النتروجين والجسيمات والهيدروكربونات . ان ثاني أكسيد الكربون نتيجة حتمية للاحتراق الكامل للوقود ، بينما تنتج أكاسيد الكبريت من احتراق الكبريت الموجود في الوقود السائل أو الصلب أو الغازي . وبالنسبة لأكاسيد النتروجين تنتج من احتراق الوقود . وتحتوي أكاسيد النتروجين الناتجة من عملية الاحتراق على ٩٠% من أول أكسيد النتروجين والباقي ثاني أكسيد النتروجين ، وبعد مغادرة هذه الغازات للمدخنة يتأكسد معظم أول أكسيد النتروجين في الجو ويتحول إلى ثاني أكسيد النتروجين وهو يظهر على شكل سحابة حمراء بنية اللون عند خروجه من المدخنة. ويبدأ تكون أكاسيد النتروجين الحرارية (Thermal NO_x) عند تأكسد نتروجين الهواء عندما تصل درجة حرارة الفرن حوالي ١٠٠٠ - ١٢٠٠ م ثم تزيد طردياً بزيادة درجة الحرارة وهذه الحرارة متوفرة في أفران غلايات محطات القوى ، أما الملوثات الثلاثة الباقية وهي أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات والجسيمات فتنتج من الاحتراق الغير كامل للوقود وهذه الجسيمات تكون على هيئة جزيئات كربون غير محترقة و هناك مصدر آخر للجسيمات وهو المواد غير القابلة للاحتراق التي تكون موجودة في الوقود ويطلق عليها الرماد (Ash) . كما تنتج الجسيمات من محطات القوى التي تعمل بالفحم عند نقل الفحم وتداوله وعند الاحتراق الغير كامل له وتكون هذه الجسيمات على هيئة جزيئات كربون غير محترقة.

جدول (١) مساهمة كل من الأنشطة البشرية والعوامل الطبيعية في تلوث الهواء.

بعض ملوثات الهواء الأساسية التي تدخل في الغلاف الجوي سنوياً	من الأنشطة البشرية	من العوامل الطبيعية
ثاني أكسيد الكبريت	٧٠% (الاحتراق)	٣٠%
أول أكسيد الكبريت	٦٠% (السيارات)	٤٠%
ثاني أكسيد الكربون	٢٠%	٨٠%
أكاسيد النتروجين	٥%	٩٥%
الغبار والدخان	٢٠%	٨٠%
الأمونيا	٤٠%	٦٠%
ثاني كبريتيد الهيدروجين	٥٠%	٥٠%

جدول (٢) مصادر تلوث الهواء (بالمليون طن) في أمريكا عام ١٩٦٥

المصدر	أول أكسيد الكربون	أكاسيد الكبريت	الهيدروكربونات	أكاسيد النتروجين	الجسيمات
السيارات	٦٦	١	١٢	٦	١
الصناعة	٢	٩	٤	٢	٦
محطات القوى الكهربائية	١	١٢	١	٣	٢
أغراض التسخين	٢	٣	١	١	١
التخلص من النفايات	١	١	١	١	١

وباعتبار جدول (٣) الذي يبين العناصر المكونة لأنواع الوقود المختلفة المستخدمة في محطات توليد الكهرباء ومقارنتها بالعناصر المكونة للملوثات المذكورة سابقاً.

والجدير بالذكر أن احتراق طن واحد من الوقود احتراقاً كاملاً ينتج أضعاف ذلك الوزن من ثاني أكسيد الكربون نتيجة لتفاعل محتوي هذا الوقود من الكربون مع أكسجين هواء الاحتراق أثناء عملية الاحتراق وتأكسده وإذا بحثنا عن الحقيقة نجد أن قطاع الطاقة مسئول عن حوالي ٧٥% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة من الأنشطة البشرية ويوضح جدول (٤) معاملات الانبعاثات لغاز ثاني أكسيد الكربون طبقاً لنوع الوقود والمحددة بمعرفة حلقة النقاش الدولية الحكومية حول تفسير المناخ Intergovernmental

Panel On Climate Change (IPCC)

وقد حدد قانون البيئة المصري رقم (٤) لعام ١٩٩٤ الحدود القصوى لمستوى الانبعاثات من المداخن لمحتوي غازات العادم الشائعة عند درجات الحرارة المختلفة بوحدات جزء في المليون ppm كما في جدول (٥).

كما يوضح شكل (١) الانبعاثات المتوقع إنتاجها عام ٢٠٢٠م من جراء حرق الوقود الأحفوري في عدة مناطق من العالم.

جدول (٣) العناصر المكونة لأنواع الوقود السائل/ الغازي / الصلب

نوع الوقود	العناصر المكونة للوقود	النسبة
النفط FUEL OIL	كربون (C ₆)	٥٨,٧ بالوزن
	هيدروجين (H ₂)	١١,٥ "
	كبريت (S ₁₆)	٢,٨ "
	أكسجين ونيتروجين (N ₂) (O ₂)	١,٩٢ "
	رماد (ASH)	١,٠٨ "
غاز طبيعي NATURAL GAS	ميثان (CH ₄)	٧٧,٧٣ بالحجم
	إيثان (C ₂ H ₆)	٥,٥٦ "
	هيدروكربون (H ₂ C)	٤,٢١ "
	كبريتات الهيدروجين (H ₂ SO ₄)	٧,٠١ "
	ثاني أكسيد الكربون (CO ₂)	٥,٥ "
فحم COAL	رماد (ASH)	٩,٤٧ بالوزن
	كربون (C ₆)	٧٧,٢٩ "
	هيدروجين (H ₂)	٤,٥٩ "
	أكسجين (O ₂)	٥,٦١ "
	نيتروجين (N ₂)	١,٧٣ "
	كبريت (S ₁₆)	١,٣١ "

جدول (٤)

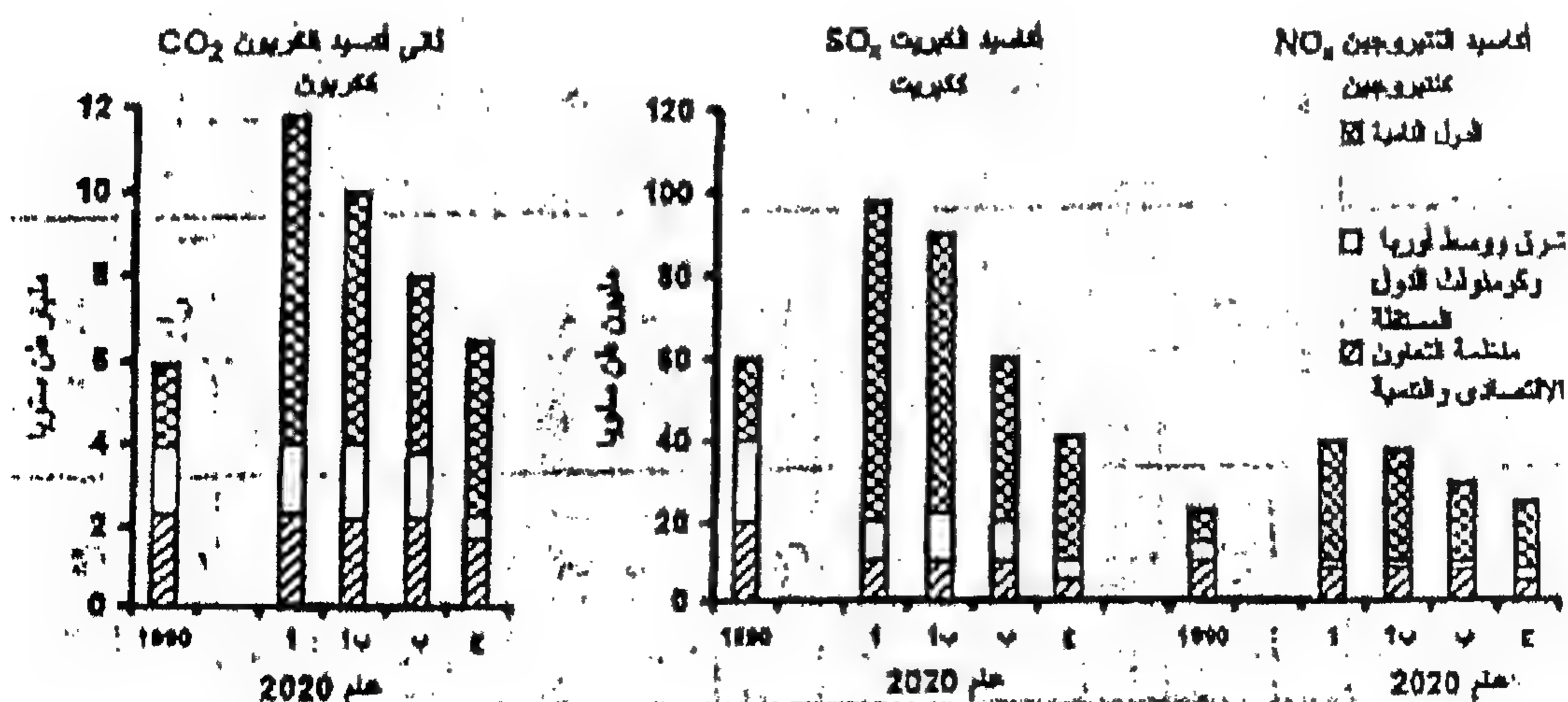
معاملات الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون طبقاً لنوع الوقود

نوع الوقود	طن ثاني أكسيد الكربون / طن
مازوت	٣,١٠٩٤
سولار	٣,٢٠٩٣
غاز طبيعي	٢,٦١١٥

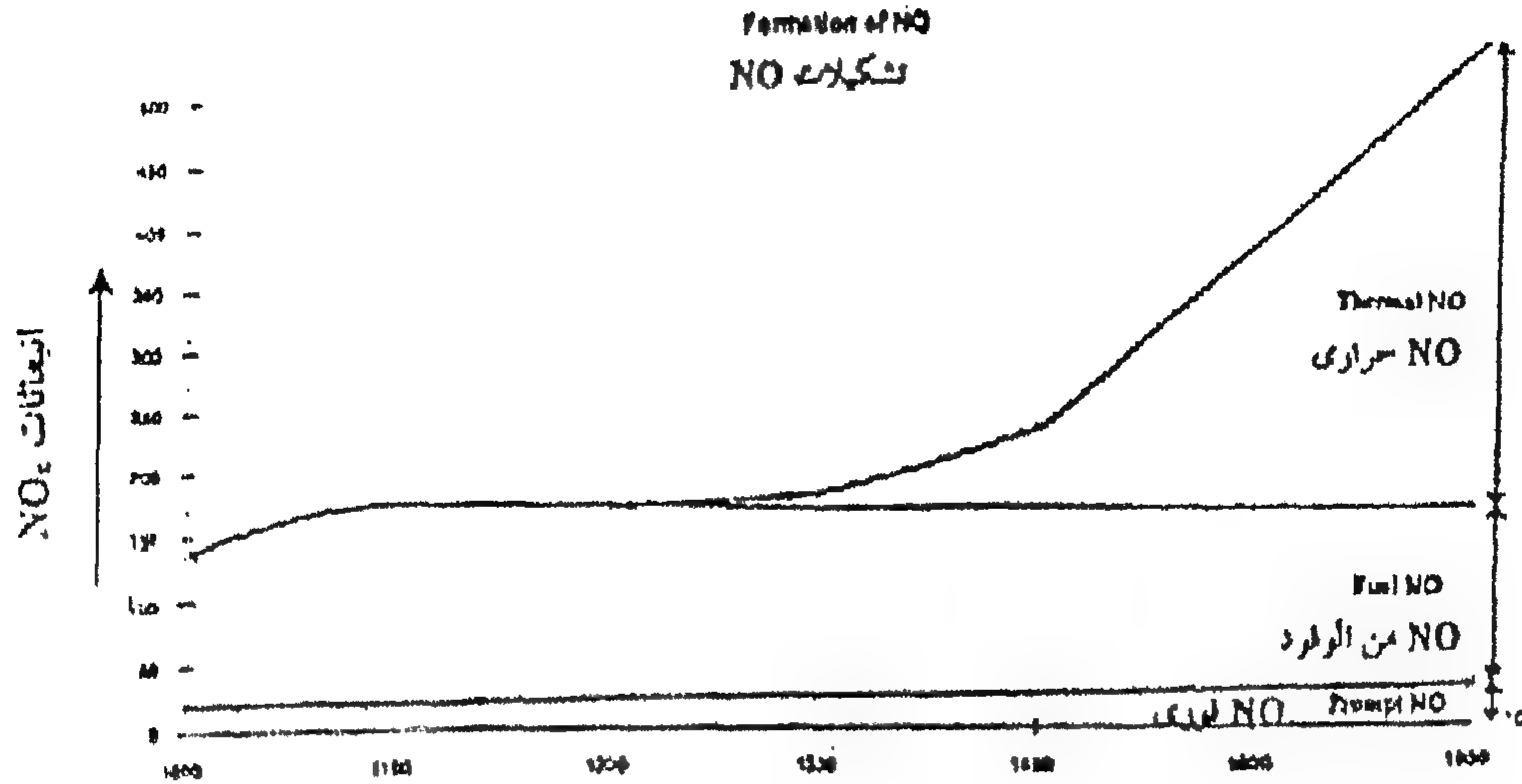
جدول (٥) الحدود القصوى المسموح بها لمحتوى عادم الغازات الشائعة بالمدخنة عند درجات الحرارة المختلفة بوحدات الجزء في المليون

(PPM)

درجة حرارة العينة Sample Temperature in °C	أول أكسيد الكربون CO	ثاني أكسيد الكبريت SO ₂	أكاسيد النتروجين NO _x
١٤٠	٦٠٥,١	٢١١٥,٨	٢٢١,٤
١٤١	٦٠٦,٦	٢١٢١,٠	٢٢١,٩
١٤٢	٦٠٨,١	٢١٢٦,١	٢٢٢,٥
١٤٣	٦٠٩,٥	٢١٣١,٢	٢٢٣,٠
١٤٤	٦١١,٠	٢١٣٦,٣	٢٢٣,٥
١٤٥	٦١٢,٥	٢١٤١,٤	٢٢٤,١
١٤٦	٦١٣,٩	٢١٤٦,٦	٢٢٤,٦
١٤٧	٦١٥,٤	٢١٥١,٧	٢٢٥,١
١٤٨	٦١٦,٨	٢١٥٦,٨	٢٢٥,٧
١٤٩	٦١٨,٣	٢١٦١,٩	٢٢٦,٢
١٥٠	٦١٩,٨	٢١٦٧,١	٢٢٦,٧
١٥١	٦٢١,٢	٢١٧٢,٢	٢٢٧,٣
١٥٢	٦٢٢,٧	٢١٧٧,٣	٢٢٧,٨
١٥٣	٦٢٤,٢	٢١٨٢,٤	٢٢٨,٤
١٥٤	٦٢٥,٦	٢١٨٧,٦	٢٢٨,٩
١٥٥	٦٢٧,١	٢١٩٢,٧	٢٢٩,٤
١٥٦	٦٢٨,٦	٢١٩٧,٨	٢٣٠,٠
١٥٧	٦٣٠,٠	٢٢٠٢,٩	٢٣٠,٥
١٥٨	٦٣١,٥	٢٢٠٨,٠	٢٣١,٠
١٥٩	٦٣٣,٠	٢٢١٣,٢	٢٣١,٦



شكل (١) الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود الاحفوري



شكل (٢) توزيع تكون أو تشكيل NO_x عند احتراق الفحم كدالة في درجة الحرارة

تقنيات التحكم في انبعاثات محطات القوى

أولاً : التقنيات المستخدمة في تقليل أكاسيد النتروجين

تنقسم أكاسيد النتروجين حسب مصدرها إلى أكاسيد نتروجين حرارية وأكاسيد نتروجين الوقود فبالأولى تنتج من نتروجين هواء الاحتراق والثالية تنتج من نتروجين الوقود كما يمكن تقسيمها حسب مكان تواجدها إلى أكاسيد أولية **Primary Nox** وهى التى تتواجد فى فرن الغلاية وأكاسيد ثانوية **Secondary Nox** وهى التى تنطلق إلى المداخنة وتتكون الأكاسيد الحرارية نتيجة التحلل الحرارى لجزيئات نتروجين الهواء ثم اتحادها مع أكسجين هواء الاحتراق مكونة أكاسيد النتروجين الحرارية. أما أكاسيد الوقود فتتكون نتيجة تحرر ذرات نتروجين الوقود أثناء عملية الاحتراق ثم اتحادها مع ذرات أكسجين هواء الاحتراق مكونة أكاسيد الوقود ويساهم نتروجين الوقود بنسبة أكبر من أكاسيد النتروجين المتكونة نظراً لأن الطاقة المطلوبة لتحرير نتروجين الوقود تكون أقل من الطاقة المطلوبة لتحلل جزيئات نتروجين الهواء ، حيث يحتاج تحرير نتروجين الوقود إلى ٢٥٠ - ٦٣٠ ك.جول/ مول بينما يحتاج تحلل نتروجين الهواء إلى ٩٤٠ ك جول / مول كما فى شكل (٢) والمول هو الوزن الجزيئى الجرامى وهو عدد جرامات المادة المساوى لوزنها الجزيئى .

وفيما يلى طرق تقليل هذه الأكاسيد:

أ . اجراءات تقليل أكاسيد النتروجين الحرارية

- تقليل حرارة منطقة الاحتراق (حرارة الشعلة)

- تقليل اضطرابات الشعلة **Flame turbulence**

- تقليل شدة الشعلة **Flame intensity**

ب - إجراءات تقليل أكاسيد نتروجين الوقود

(ب ١) الإجراءات الأولية لتقليل أكاسيد النتروجين

ويطلق على هذه الإجراءات الأولية أو الطرق الأولية **Primary measures** أو **Primary methods**

ويمكن إجمال هذه الإجراءات فيما يلى :

ب ١-١ اختيار وقود ذى محتوى نتروجين منخفض (يمكن الرجوع الى جدول ٣)

ب ١-٢ إعادة دوران غازات الاحتراق باستخدام مروحة قلب الغازات **Recycling Fan** ويطلق على هذه المروحة أيضاً مروحة

إعادة التدوير **Recirculating Fan** وذلك لتقليل درجة حرارة الشعلة

ب-١-٢ استخدام حارقَات تَقِيل أكاسيد النتروجين Low NO_x burners كما في شكل (٣)

ب-١-٤ تَقِيل درجة حرارة هواء الاحتراق

ب-١-٥ الإشعال السفلي للفرن Biased Firing

ب-١-٦ إعادة الحرق reburning ويطلق على هذه الطريقة أيضا تجزئ الوقود Fuel staging

ب-١-٧ تَقِيل حمل الفرن

ب-١-٨ التحكم الدقيق في كمية الهواء الزائدة

ب-١-٩ تجزئ الهواء Air staging

ب-١-١٠ حقن الامونيا في الفرن De-NO_x

ب-١-١١ باستخدام تقنية احتراق الطبقة المميعة Fluidized bed combustion

كما يمكن استخدام إجراءات من هذه الإجراءات أو أكثر في نفس الوقت كالضبط الدقيق لكمية الهواء الزائدة مع إعادة الدوران . فعند انخفاض نسبة الهواء الزائدة من ٥٠% إلى ٢٠% مثلاً مع إعادة دوران ٥٠% من غازات الاحتراق فستنخفض أكاسيد النتروجين الناتجة حوالي ٨٠%.

ب-٢. إجراءات تَقِيل أكاسيد النتروجين الثانوية

ويطلق على هذه الإجراءات الطرق الثانوية Secondary methods ويمكن إجمال هذه الإجراءات فيما يلي :

ب-٢-١ الطريقة الجافة لتَقِيل أكاسيد النتروجين

ب-٢-١-١ باختيار مادة حفازة Selective catalytic reduction (SCR)

ب-٢-١-٢ باختيار مادة غير حفازة Selective non – catalytic reduction (SNCR)

ب-٢-١-٣ باختيار مادة حفازة غير مختارة Non – selective catalytic reduction

ب-٢-١-٤ بالتخلص من أكاسيد النتروجين والكبريت معاً SNO_x كما في شكل (٤)

ب-٢-١-٥ بتسليط اشعة الكترونية Electron Beam Irradiation

ب-٢-٢ الطريقة الرطبة لتَقِيل أكاسيد النتروجين

ب-٢-٢-١ الامتصاص بالصودا Soda absorption

ب-٢-٢-٢ الامتصاص بهيدروكسيد الماغنسيوم Mg (OH)₂ absorption

ب-٢-٢-٣ الأكسدة بالاوزون Ozone Oxidation

ب-٢-٢-٤ الأكسدة والامتصاص Oxidation Absorption

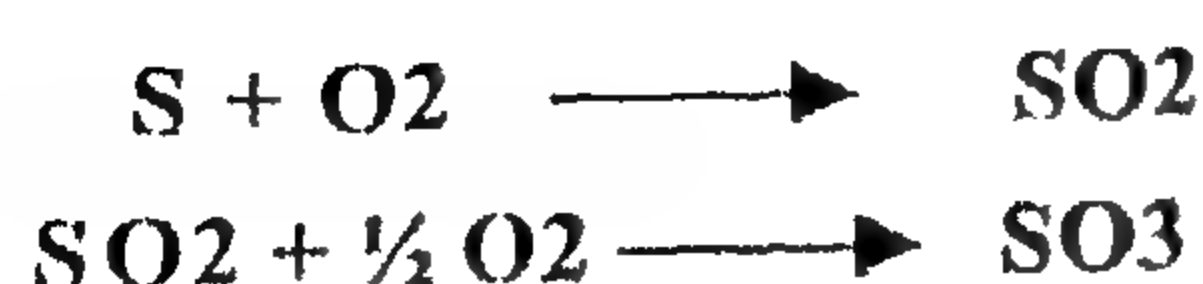
ب-٣ اطالة المداخن

ثانياً : تقنيات التحكم في أكاسيد الكبريت

تتفوق محطات توليد الكهرباء في تلويث الهواء بثاني أكسيد الكبريت على جميع المصادر الأخرى ففي دول أوروبا تبلغ نسبة البعثات لثاني أكسيد الكبريت من المحطات ٦٦% بينما ينبعث من الصناعة ٢٥% فقط بالرغم من ان هذه الدول صناعية وتسمى عملية نزع الكبريت من غازات العادم Flue gas desulphurization (FGD) وتنقسم وسائل التحكم في نسبة أكاسيد الكبريت الى :

أ. وسائل تحكم قبل الاحتراق Precombustion

إن أكاسيد الكبريت Sox تنتج عادة من احتراق الوقود الكبريتي ويشكل ثاني أكسيد الكبريت SO₂ معظمها ويشكل ثالث أكسيد الكبريت SO₃ نسبة قليلة منها.

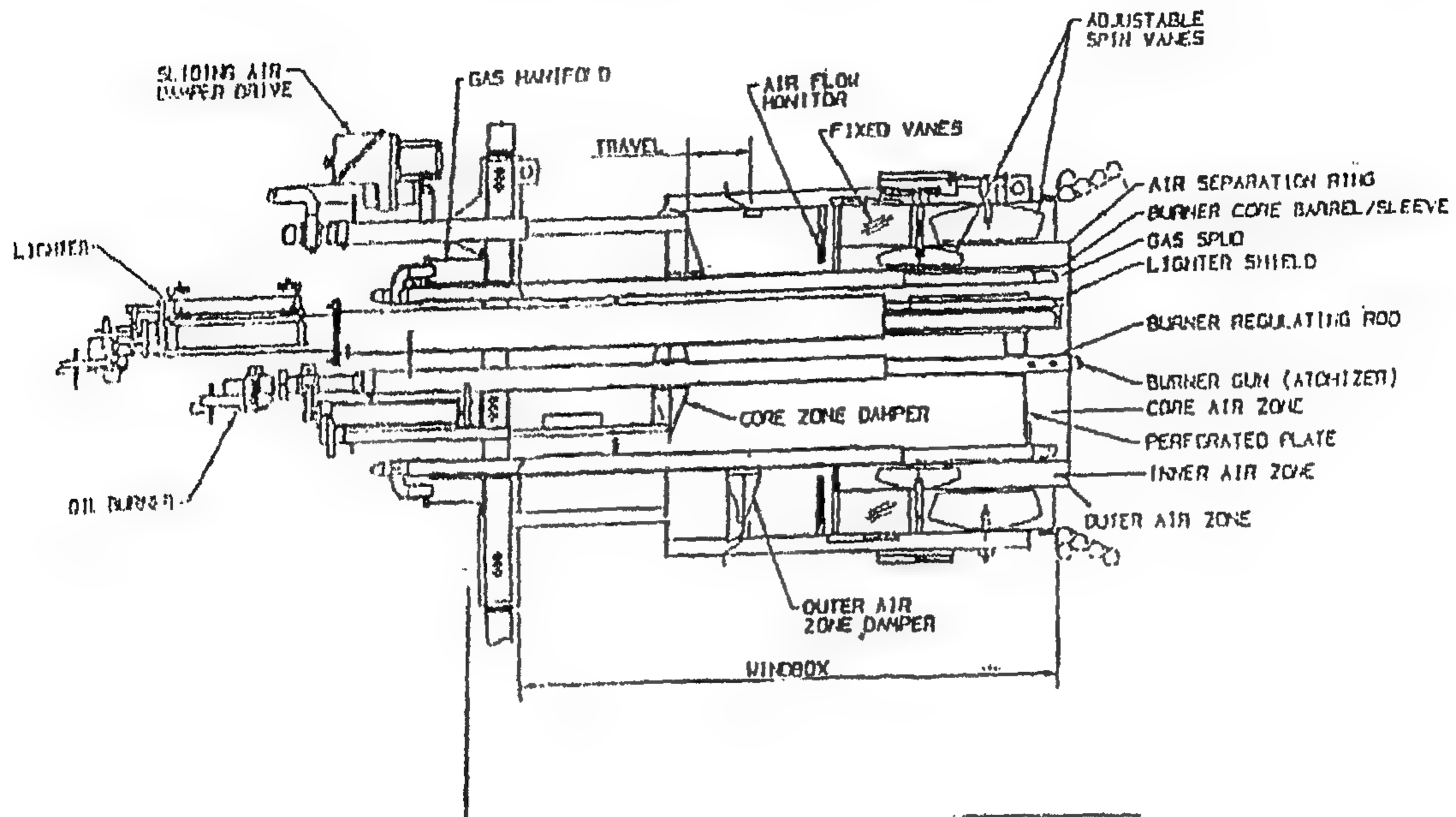


تكون ثاني أكسيد الكبريت

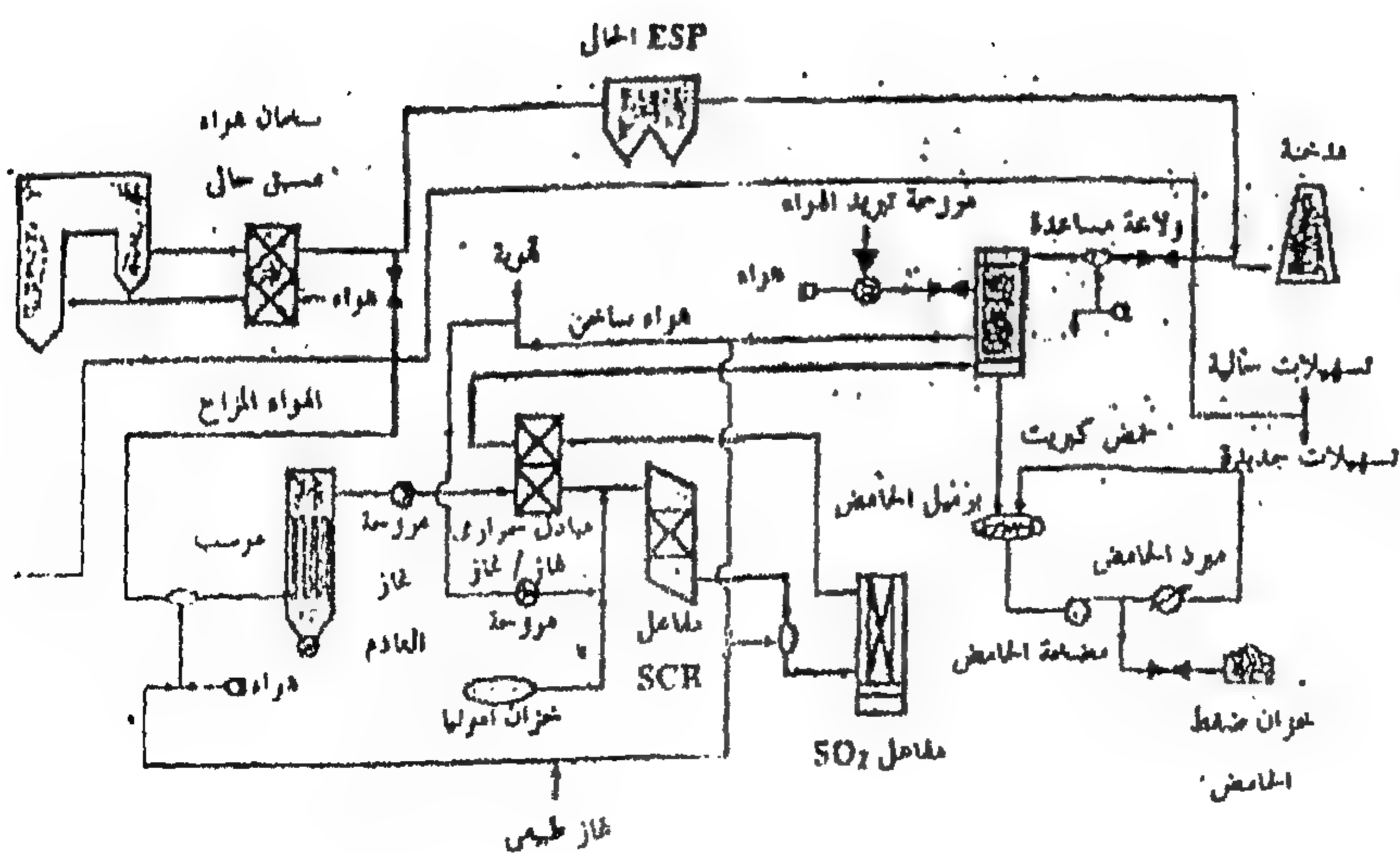
تكون ثالث أكسيد الكبريت

DRB-XCL™ LOW NO_x BURNER OIL AND GAS FIRED

المحرك الديزل والغاز
والمحرك الكهربائي



شكل (٣) حارق خفض أكاسيد النتروجين



شكل (٤) مخطط التخلص من أكاسيد النتروجين وثاني

ولذا فإن استخدام وقود ذي محتوى قليل من الكبريت مثل الوقود السائل منخفض الكبريت Low – sulphur oil أو الفحم منخفض الكبريت Low –sulphur coal أو الغاز الطبيعي سوف يحل مشكلة أكاسيد الكبريت ولكن للأسف فإن ارتفاع أسعار هذه الأنواع من الوقود أو صعوبة الحصول عليها في بعض الدول قد يحول دون استخدامها والجدير بالذكر أن المازوت يحتوى على حوالى ٣% من الكبريت الذى يتحول الى ثانى وثالث أكسيد الكبريت عند حرقه وأن الجرام الواحد من الكبريت ينتج ٢ جرام من ثلث أكسيد الكبريت ، وإذا خفضت درجة حرارة غازات العادم في الغلاية عن ١٥٠ م حتى تصل الى نقطة الندى فإن هذه الغازات تتكاثف وتتحول الى حمض الكبريتيك الذى يسبب التآكل الشديد للمعادن ، ولذا يجب رفع درجة حرارة هواء الاحتراق بحيث لا تنخفض درجة حرارة غازات العادم عن ١٥٠ م عند وصولها الى المدخنة.

ب. وسائل التحكم في الاحتراق Combustion control

يمكن التحكم في انبعاثات أكاسيد الكبريت أثناء عملية الاحتراق باستخدام الممران الطبقة المميعة حيث يستخدم الحجر الجيرى Limestone كمادة للقاع Bed material في هذه الأفران وهذه المادة ذات فعالية شديدة في نزع الكبريت حيث تبلغ نسبة أكاسيد الكبريت المروعة حوالى ٩٠%.

ج. وسائل التحكم في غازات العادم FGD

توجد وسائل عديدة للتحكم في نسبة أكاسيد الكبريت Sox في غازات العادم في اجهزة الغسيل Scrubbers ويمكن تقسيمها الى قسمين ، الأولى عمليات المستهلك Throwaway Processes والثانية عمليات المستخدم (marketable) recovery processes وذلك نسبة الى نواتج عملية التخلص من الكبريت حيث ينتج في الأولى بخار عادم لا يستفاد منه بينما تنتج الثانية منتج ذا قيمة كالكبريت العنصرى أو حمض الكبريتيك أو كبريت الامونيا ، كما يمكن تقسيمها حسب الاجهزة المستخدمة الى الطرق الثلاثة الآتية

ج-١ الطريقة الرطبة

ج-١-١ طريقة الحجر الجيرى – الجبس Limestone – Gypsum Process كما في شكل (٥)

ج-١-٢ الطريقة الرطبة المدجة Compact wet process

ج-١-٣ طريقة القلوى المزدوج Doubele – Alkali process

ج-١-٤ طريقة ولان لورد Well man Lord process

ج-٢ الطريقة الجافة

ج-٢-١ طريقة الكربون النشط Activated Carbon process

ج-٢-٢ طريقة الاستفادة برماد الفحم Coal Ash utilization process كما في شكل (٦)

ج-٢-٣ طريقة التخلص من أكاسيد النتروجين والكبريت معا

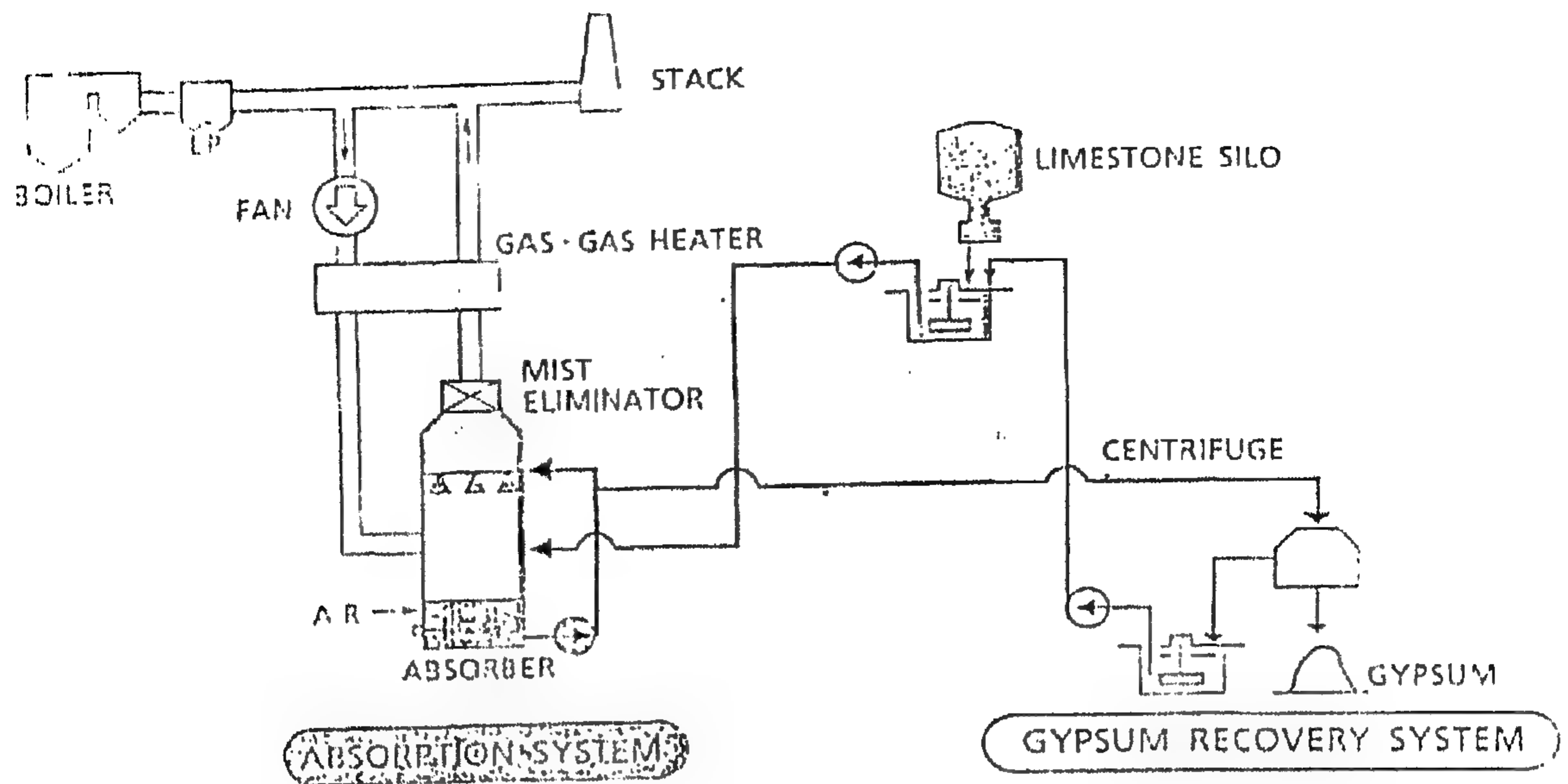
ج-٢-٤ طريقة الاشعة الالكترونية Electron Beam process

ج-٣ الطريقة شبه الجافة

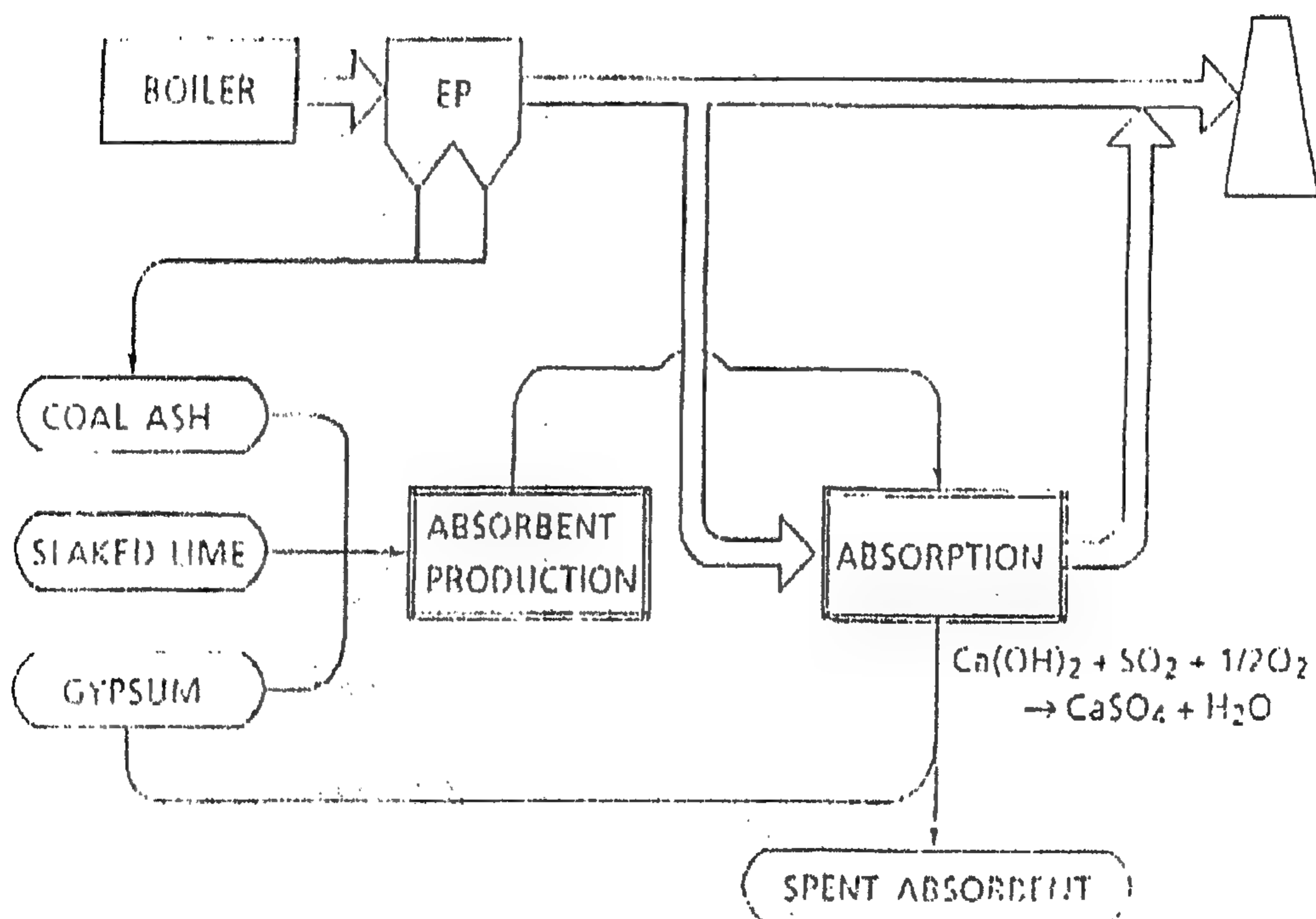
ج-٣-١ طريقة التجفيف بالرذاذ Spray Drayer process

ج-٣-٢ طريقة حقن مادة ماصة Sorbent Injection process شكل (٧)

د اطالة المداخن

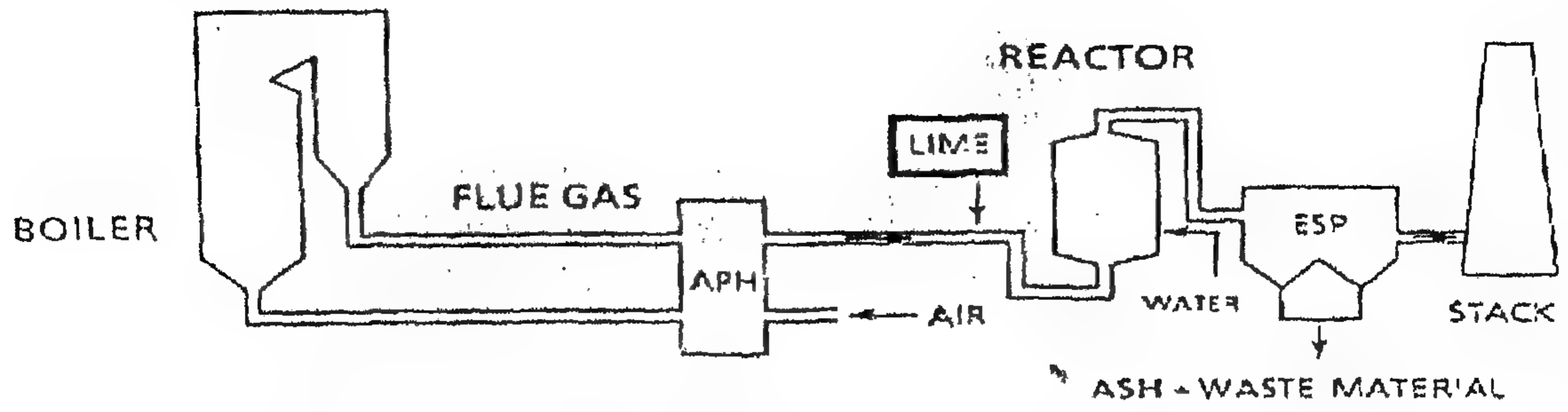


شكل (٥) طريقة برج الرزاز

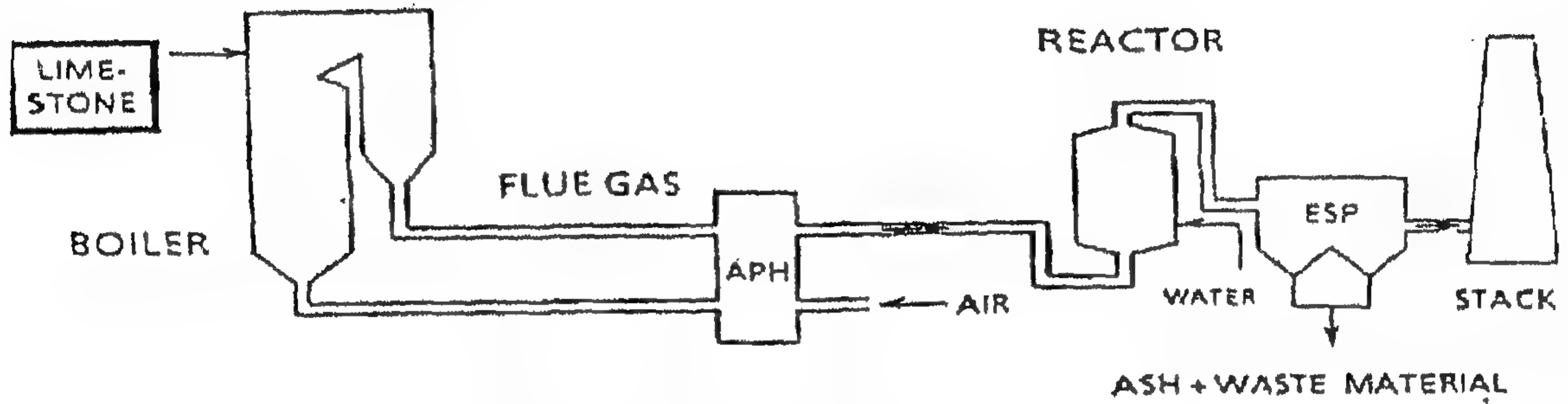


شكل (٦) طريقة الاستفادة برمد الفحم

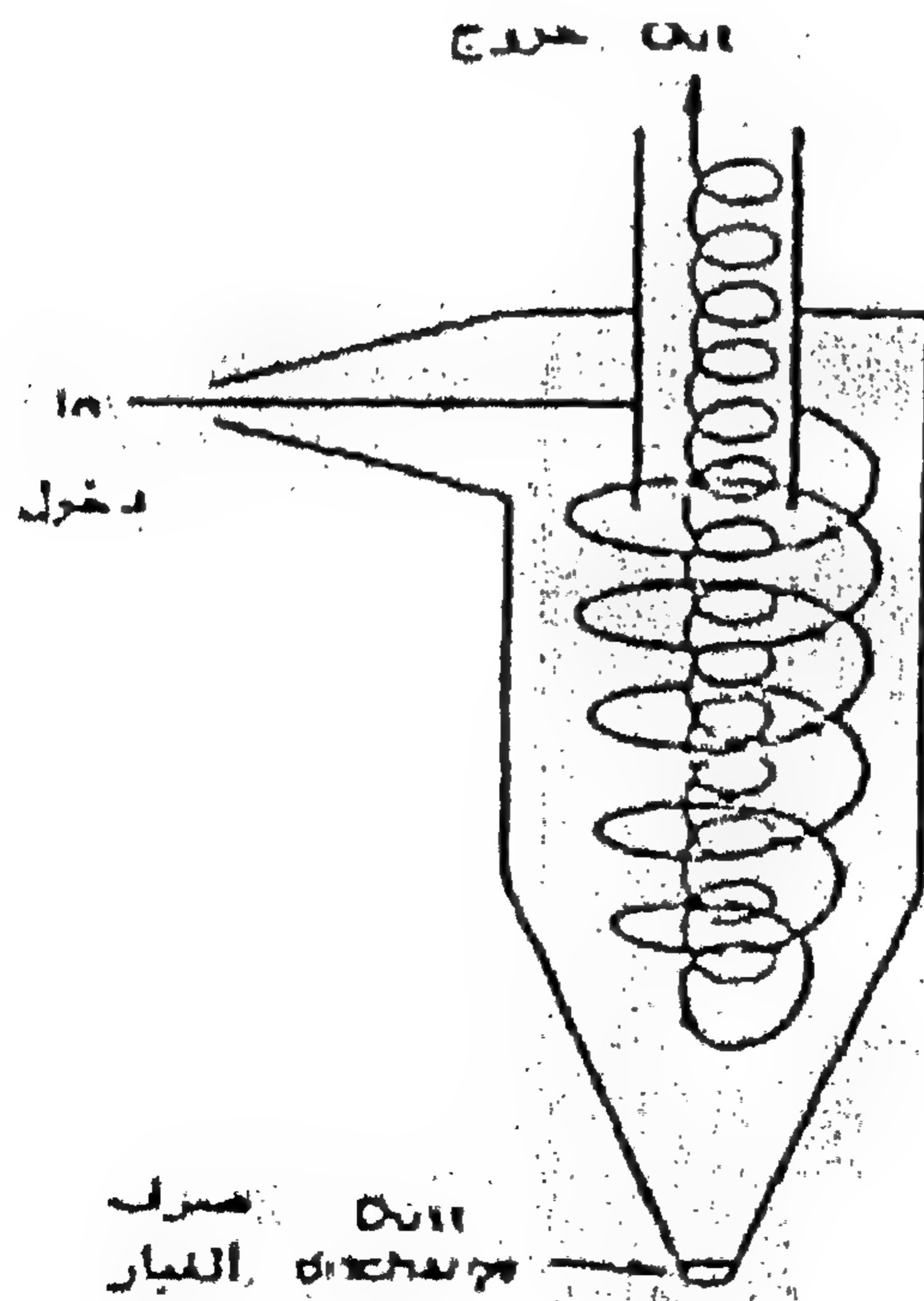
DLI - TYPE



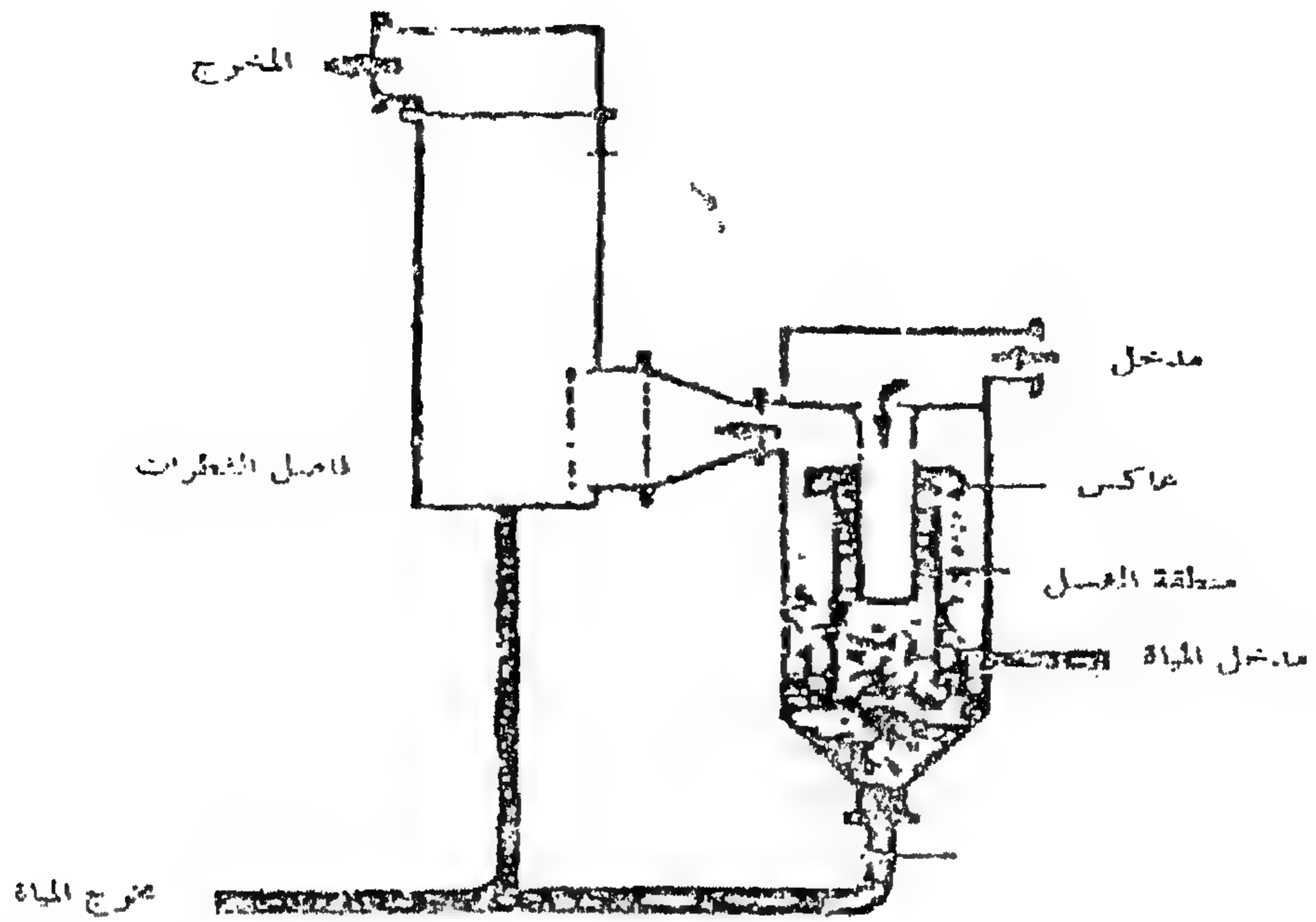
FLI - TYPE



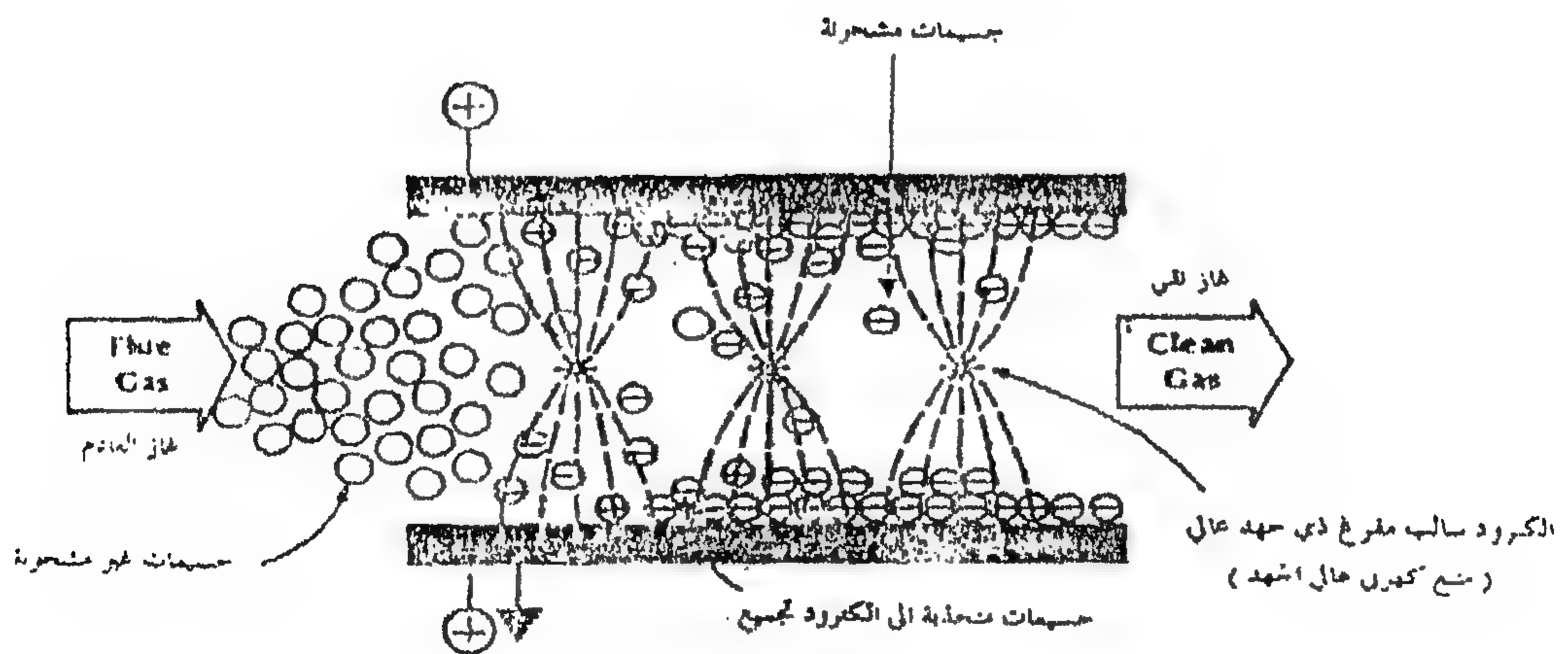
شكل (٧) طريقة حقن مادة ماصة



شكل (٨) رسم تخطيطي للفصل الدوامي



شكل (٩) جهاز غسيل أو تنقية المياه



شكل (١٠) فكرة المرسب الكهروستاتيكي

هناك الكثير من اجهزة تجميع الغبار (مجمعات الغبار) Dust collectors من غازات العادم وهى تنقسم الى :

(أ) مجمعات ميكانيكية Mechanical collectors

مثل المجمع الدوامى Cyclone ومقياس فتورى Venturis والمجمع الدوامى هو عبارة عن فرازة لفصل الغبار عن الغاز بتأثير القصور الذاتى والقوة الطاردة المركزية وفى شكل (٨) توضيح لمجمع دوامى ويقوم المجمع الدوامى بتجميع الدقائق العالقة (الغبار) بالغاز على جدران حجراته بواسطة قوة الطرد المركزى ثم يهوى هذا الغبار الى قاع الحجرة حيث يتم جمعه والتخلص منه وتمتاز المجمعات الدوامية بسهولة صيانتها وإنخفاض تكاليف تشغيلها وإرتفاع كفاءتها التجميعية حيث تصل الى حوالى ٨٥%.

(ب). اجهزة غسيل الجسيمات الرطبة Wet Scrubbers

الغسيل هنا يعنى تنقية الغازات بازالة مكون او عدد من مكوناتها فمثلاً فى جهاز الغسيل الرطب تمر الغازات الى اعلى داخل سائل قسادر على امتصاص هذه المكونات متدفقاً فى عكس إتجاه سريان الغازات فتتصادم جسيمات الغبار مع قطرات المياه المتناهية فى الصغر فيقوم العاكس فجأة بتغيير سريان الغاز الذى مازال محتوياً على قطرات المياه التى تتجزأ الى قطرات اصغر فتعلق بها جسيمات الغبار ثم تمر الغازات المحملة بقطرات المياه المحتوية على جسيمات الغبار فى فاصل القطرات Droplet separator فيقوم بفصلها كما الشكل (٩)

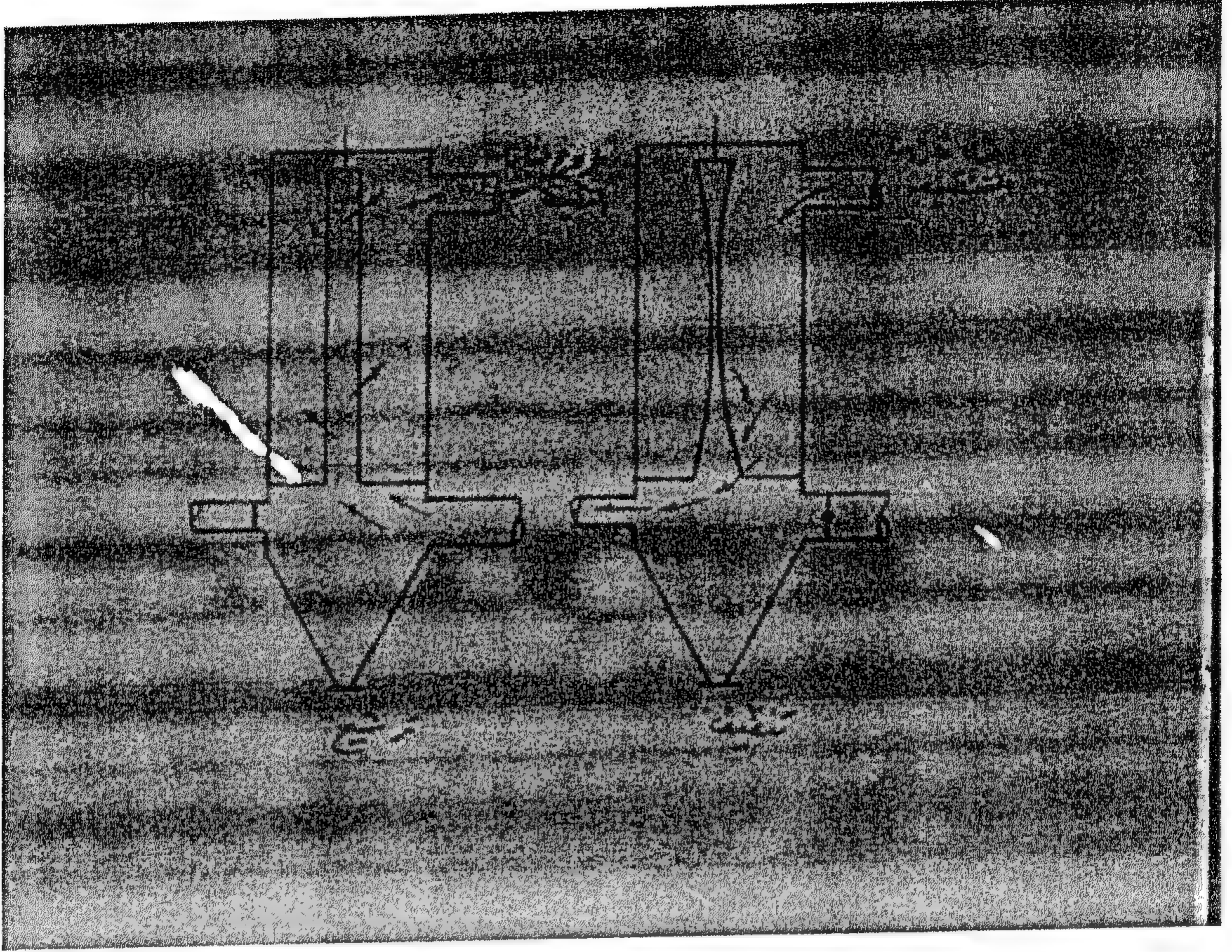
وهناك انواع اخرى من اجهزة الغسيل الرطبة مثل النوع الفتورى

(ج) المرسب الكهروستاتيكي Electrostatic Precipitator (ESP)

وهو عبارة عن عدة قضبان تفريغ تحمل جهد على موجب الشحنة وامامها قرص تجميع مؤرض شكل (١٠) ثم تمر غازات العادم بينهما فتتأين جزيئات الغبار وتنجذب الى قرص التجميع المؤرض ثم يجمع هذا الغبار من حين لآخر عن طريق جهاز دق يعمل على إهتزاز قسوص التجميع فتسقط ذرات الغبار فى القمع hopper وتوجد انواع اخرى من هذه المرسبات كمرسب كوترل Cottrell ذو مرحلة واحدة والمرسب ذو المرحلتين والمرسب ذو الهالة الموجبة Positive Corona والمرسب ذو الهالة السالبة.

(د) المرشحات النسيجية Fabric or Textile Filters

هذه المرشحات يطلق عليها ايضاً Baghouse Filters ويوجد منها انواع عديدة تصنف حسب طريقة تنظيف المرشح نفسه من الغبار منها مرشح النافورة النابضة Pluse jet ومرشح الهواء العكسى Reverse air والمرشح الهزاز Shaker ويفضل مرشح الهواء العكسى (شكل ١١) فى محطات الكهرباء الكبيرة حيث تمر الغازات خلال الاكياس النسيجية فتتجمع جسيمات الغبار فى الاكياس وتمر الغازات النظيفة وبعد اتساخ الاكياس يتم إخراج حجرة الاكياس من الخدمة ثم تغلق بوابات الغازات لعزلها ثم تدفع الغازات المنقولة خلال الاكياس فى عكس اتجاه التنقية لتنظيفها فيسقط الغبار فى القمع ثم يعاد إدخالها فى الخدمة مرة اخرى.



شكل (١١) مرشح اكياس الهواء العكسي

نظراً لأهمية تقليل الانبعاثات الغازات الملوثة للبيئة والناتجة من محطات القوى الكهربائية فإن الاهتمام بمصادرها والحد منها يعتبر هدفاً لجميع المخططات . ومن الاستعراض لتطبيقات التحكم نجد أن بعضها يتم بإجراءات بسيطة للغاية مثل تقليل أكاسيد النتروجين من خلال خفض درجة حرارة هواء الاحتراق والتحكم في كمية الهواء الزائد .. بينما بعضها الآخر يحتاج إلى استثمارات عالية جداً مثل استخدام حارقات تقليل أكاسيد النتروجين .. وعليه يجب التوعية والترشيد بأهمية البدء في تنفيذ الإجراءات البسيطة وغير المكلفة كمساهمة أولية في الحد من الانبعاثات.

المراجع

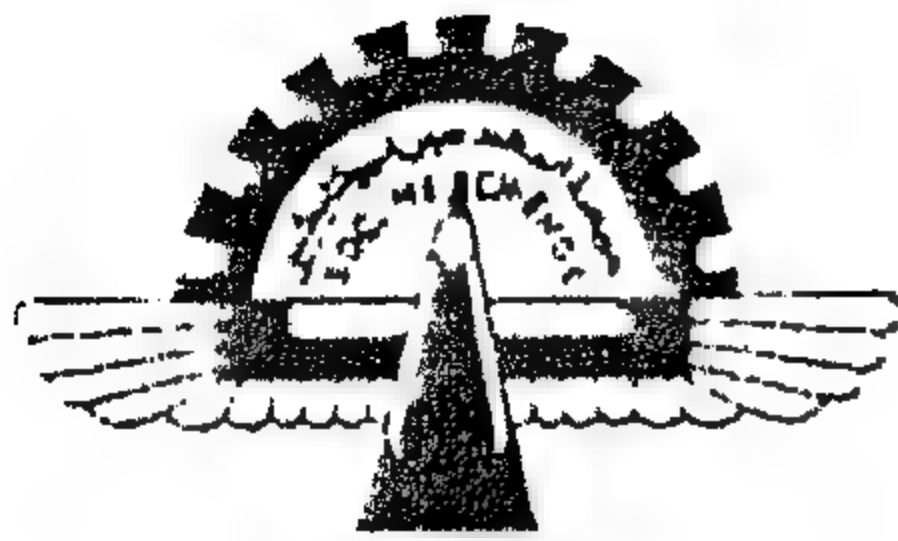
- ١ البيئة - مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث - الهيئة المصرية العامة للكتاب
- ٢ التلوث الهوائي والبيئة - الجزء الأول من سلسلة العلم والحياة
- ٣ البيئة - الطاقة وغازات الاحتباس الحراري
- ٤ الندوة الدولية للمبادلات الحرارية والغلايات
- محاضرة : الغلايات هيئة كهرباء مصر - بشيراتون المنتزة - الاسكندرية ٢٣-٢٤/١٩٩٣
- ٥ كتالوج شركة هيتاشي Advanced Emission Control technologies
- ٦ كتاب Steam Plant operation
- ٧ الجزء الثاني من ندوة
" New Technologies of coal fired power plants and environmental aspects "
- المنعقدة في القاهرة في الفترة من ٢٧-٢٩ أبريل ١٩٩١
- محاضرة " أهمية الانظمة المعلوماتية من طراز Corinair في مراقبة التلوث الناجم من محطات توليد الكهرباء "
- في الندوة العلمية الثالثة للمؤتمر العربي الثاني والعشرين
- الطاقة ومصادرها في الوطن العربي والتنمية المستدامة.
- ٩ دراسة شركة فيتشنر الخاصة بالتحسين البيئي بمحطات توليد الكهرباء في مصر

م. محمد عبد القادر الفقى
د. طلعت ابراهيم الأعوج
د.م/ كاميليا يوسف محمد - شركة كهرباء
الاسكندرية

للسيد المهندس / حسن علاء الدين شفيع

Everett B. Woodruff, Herbert B.Lammer & Thomas
F.Lammers

للدكتور محمد الهراوي



جمعية المهندسين المصرية
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

4/8

تطوير العمليات الإنتاجية للتقليل من تأثيراتها الضارة على البيئة

مهندس / مصطفى البدن

مهندس / إيهاب عطية

مهندس / أحمد حمدي

تطوير العنديات الانتاجية لتقليل من تأثيراتها الضارة على البيئة

(دراسة حالة)

م / مصطفى البدن م / ايهاب عطية م / احمد حمدي

شركة كهرباء الإسكندرية

تقوم شركة كهرباء الإسكندرية بالتعاون مع الشركات الصناعية بمحافظة الإسكندرية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة ونشر التوعية بتكنولوجيات التحكم بهدف الوصول بمعدلات التلوث البيئي إلى القيم المسموح بها عالميا .

قامت شركة كهرباء الإسكندرية بعمل حوالي ٢٧ دراسة حالة لتعدد من الأنشطة الصناعية المختلفة (صناعات معدنية - صناعات غزل ونسيج - صناعات بلاستيك - صناعات خزفية وسيراميك - صناعات ورقية ... الخ) واوضحت الدراسات وجود العديد من فرص الترشيد الخاصة بخطوط الانتاج حيث تم دراسة العنديات الانتاجية بغرض تحسين كفاءة استخدام الطاقة وبالتالي التقليل من التأثيرات البيئية الضارة .

ومن هذه الفرص :

- تحويل استخدام البخار من صورة مباشرة إلى صورة غير مباشرة واعادة استخدام المتكاثف المسترجع .
- إدارة المخلفات الصناعية واعادة تدويرها .
- استخدام تكنولوجيات جديدة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة .
- استخدام تكنولوجيات التوليد المشترك
- إدارة الاحمال
- التحكم في نوعية الطاقة المستخدمة لتحقيق الاستفادة القصوى
- ترحيل الاحمال

بتطبيق هذه الفرص على نظم استهلاك الوقود والمواد والطاقة بالمنشآت الصناعية تحت الدراسة سوف يؤدي هذا إلى تخفيض معدلات استهلاك الوقود وبالتالي الإقلال من معدلات انبعاث غازات ثاني اكسيد الكربون واكاسيد الكبريت إلى الهواء الجوي هذا بالإضافة إلى زيادة جودة المنتج المصري وزيادة قدرته التنافسية .
في هذا البحث سنتعرض لنتائج دراسة حالات تمت بمدينة الإسكندرية لبعض المنشآت الصناعية بغرض تطوير العنمية الانتاجية .

مقدمة

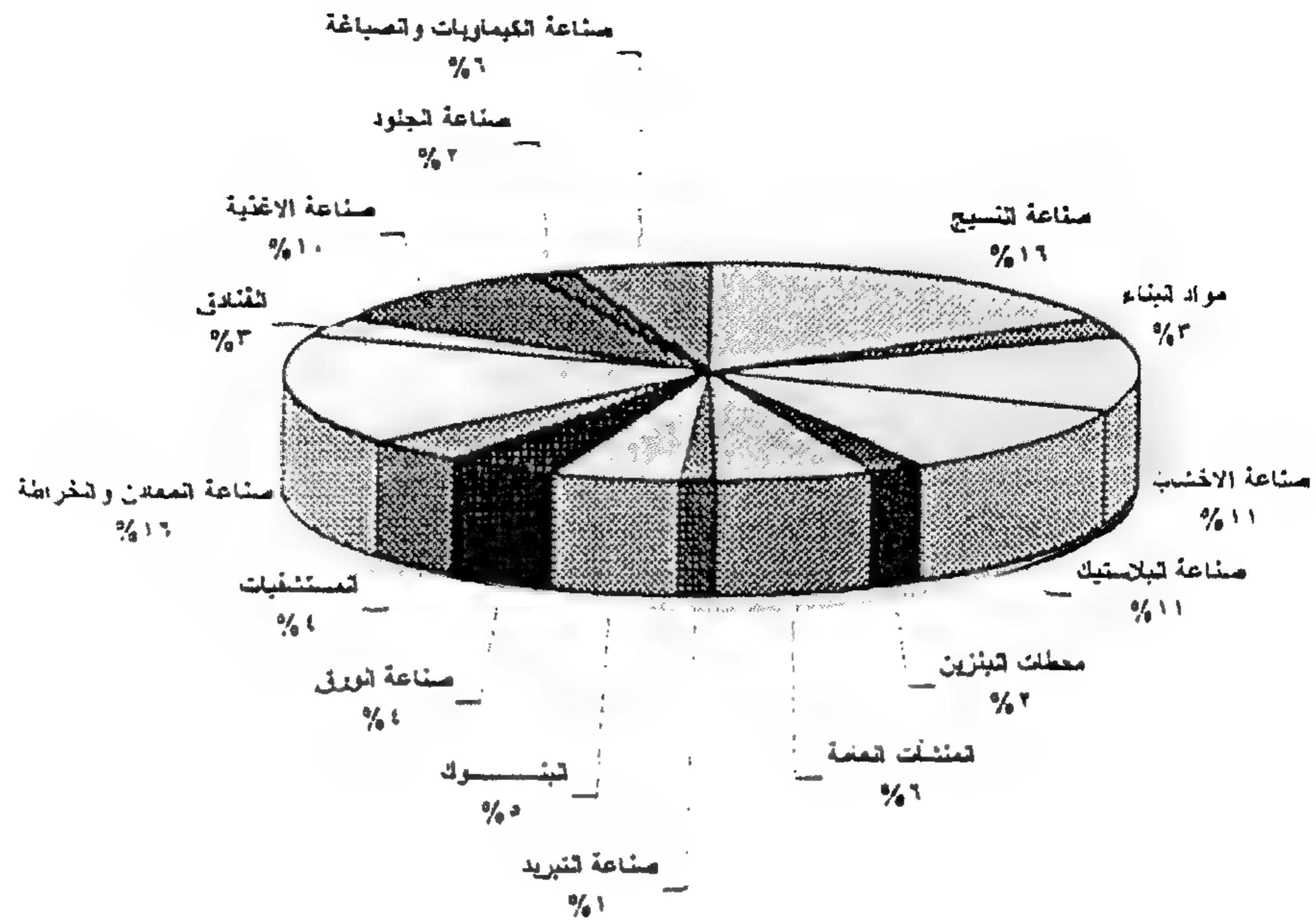
تضم مدينة الإسكندرية حوالي ٤٠ ٪ من حجم الصناعة في مصر . بها حوالي مائتي منشأة صناعية من الصناعات الكثيفة الاستهلاك للطاقة (كبار المشتركين) وبها ايضا ما يتجاوز الفين من المنشآت الصناعية المتوسطة والصغيرة الاستهلاك للطاقة كما هو موضح في شكل رقم (١) وجدول رقم (١) ونظرا لتطور الاقتصاد المصري المستمر يتزايد عدد المشتركين باستمرار .

تقوم شركة كهرباء الإسكندرية بالتعاون مع الشركات الصناعية بمحافظة الإسكندرية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة ونشر التوعية بتكنولوجيات التحكم البيئي بهدف الوصول بمعدلات التلوث البيئي إلى القيم المسموح بها عالميا .

١ - تجميع نتائج مراجعات الطاقة

بالتعامل مع البيانات التي تمت بالمنشآت الصناعية المختلفة موضع الدراسة تم عرض الفرص المتعلقة بخطوط الانتاج كما هو موضح في جدول رقم (٢) والنسب المئوية للوفر لأنواع الطاقة المختلفة والمواد المستهلكة بالشركات موضع الدراسة كما هو موضح في جدول (٣) .

شكل (١) نسبة الصناعات بالإسكندرية مقسمة طبقا للنشاط



جدول رقم (١) : بيان تجميعي بالصناعات المختلفة بالإسكندرية

م	اسم الصناعة	العدد
1	صناعة النسيج	404
2	صناعة المعادن والخرائط	385
3	صناعة الأخشاب	258
4	صناعة البلاستيك	247
5	صناعة الأغذية	226
6	الصناعات العامة	135
7	صناعة الكيماويات والتصبغة	130
8	البنيوك	116
9	صناعة الورق	98
10	المستشفيات	95
11	مواد البناء	75
12	الفنادق	62
13	محطات البنزين	47
14	صناعة الجلود	37
15	صناعة التبريد	33
16	اعمال هندسية	30
الإجمالي		2378

جدول (٢) : النتائج الكلية لمراجعات الطاقة

م	لوحى ترشيده الطاقة	مزاياك غائية			مزاياك وظيفية			مزاياك ونسبية			مزاياك			مزاياك			عدد مرات لوجى ترشيده الطاقة
		حالة (١)	حالة (٢)	حالة (٣)	حالة (١)	حالة (٢)	حالة (٣)	حالة (١)	حالة (٢)	حالة (٣)	حالة (١)	حالة (٢)	حالة (٣)	حالة (١)	حالة (٢)	حالة (٣)	
١	تحويل نظرية الفكر البشري الى نظرية غير مباشرة	*	@														٢
٢	تنظيم تشغيل الفنون	*	@											@			١
٣	بؤرة الاحصال													@			١
٤	استرجاع الفكر المتكافئ	@	*	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@				١
٥	تحويل الاحصال							@									١
٦	الحكم لى نوحية الطاقة لتحويل الاستغلة القصوى					*				@							٢
٧	استقبال مصدر الفكر				@				@								٢
٨	استخدام نظام الحكم الاوتومتيكى لحقق الفكر لى المعيدة	@	@			*											١
٩	استخدام تكنولوجيا جديده							@						@	*		٢
١٠	تكنولوجيا التوحيد المشترك							@			@						٢
١١	البؤرة الحسابات الصناعية واعادة تدويرها																٢٩
	الاحصال	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	٢

* لوجية الترشيده المشروحة بالتفصيل بالبحث
 @ لوجية ترشيده مشكليه

جدول رقم (٣) : النسبة المئوية للوفر لانواع الطاقة المختلفة والمياه بالقرى كات موضع الدراسة

م	البيان	الاستهلاك السنوي						الوفر السنوي						الوفر في السنوات			الوفر في المنطقة			الوفر في طن			الوفر في المياه		
		ميجات ساعة	طن است	سولار	طن بترويل مكافئ	مياه / سنة	ميجات ساعة	طن است	سولار	طن بترويل مكافئ	مياه / سنة	ميجات ساعة	طن است	سولار	طن بترويل مكافئ	مياه / سنة	الوفر في السنوات	الوفر في المنطقة	الوفر في طن	الوفر في المياه	الوفر في المنطقة	الوفر في طن	الوفر في المياه	الوفر في المنطقة	الوفر في طن
١	غزل ونسيج حلة (١)	١١٦٢	٣٥٠٠	—	٣٥٠٦,١	٧٧٠,٦١٢	١٢	٢٠٢١	—	٧٨١٢,٩	٣١٨٠٠	١٢	٢٠٢١	—	٧٨١٢,٩	٣١٨٠٠	٨٦,١	% ٣,٦	% ٨٠,٣	% ١١,٨	—	—	—	—	—
٢	غزل ونسيج حلة (٢)	٥٩٩٤,٣	١٢٠٠	—	٥٢٧٢,٦	١٢٠,٠٠	١٣٠,٥	٣١٩٩,٨	—	٣٤٦٠,٢	١٩٢,٠٠	١٣٠,٥	٣١٩٩,٨	—	٣٤٦٠,٢	١٩٢,٠٠	٨٨	% ٢,٣	% ٦٥,٧	% ٩٨,٣	—	—	—	—	—
٣	غزل ونسيج حلة (٣)	١٦٨١٤	٦٧٦٢	—	١٠,٣٦٣	٨٤٤٨٠	١٢٤٨	١٢٤٨	—	١٢٧١	٢٧٦١٨	١٢٤٨	١٢٤٨	—	١٢٧١	٢٧٦١٨	١٥,٨	% ٧,١	% ١٢,٣	% ٣٩,٧	—	—	—	—	—
٤	غزل ونسيج حلة (٤)	٦٣٧١	٤٧٦١	٣٩٨٠,٠٠	٦٤٧٥	١٧٤٧٠	٠,٣٧٣	١٣٧٩,٦	٧١٩٠,٠	١٣٠٦	٣٢٤٥٦	٠,٣٧٣	١٣٧٩,٦	٧١٩٠,٠	١٣٠٦	٣٢٤٥٦	٧٩	% ٠,٠٠٦	% ٢٠,٢	% ٣٣,١	—	—	—	—	—
٥	مصانع ورقية حلة (١)	٥٩٧٩٦,٢	٣٢٢٢٩	—	٤٣٦١٠,٦	—	١٠,٦٩٩,٦	—	—	٥٠,٥٤,٥	—	١٠,٦٩٩,٦	—	—	٥٠,٥٤,٥	—	٨,٧	% ١٧,٩	% ١١,٦	—	—	—	—	—	—
٦	مصانع ورقية حلة (٢)	٤٣٣١,٧	٧١١٠	—	٣٧٣١,٣	١٣٨٦٩٥	٤٣٣٤,٧	٤٠٩	—	١٣٧٦,٢	—	٤٣٣٤,٧	٤٠٩	—	١٣٧٦,٢	—	١٧	% ١٠٠	% ١٢,٦	—	—	—	—	—	—
٧	مصانع ورقية حلة (٣)	٦٤٧٧,٩	٣٤٩٠,٠٣	٩٦,٠٧٩٦	٥٢٨٥,٥	٢٢٣٣٢٧	—	١١٤٦	—	١٨٧٢	٨٣٤	—	١١٤٦	—	١٨٧٢	٨٣٤	٥٥,٢	—	% ٢٣	% ٠,٣٨	—	—	—	—	—
٨	مصانع غذائية حلة (١)	٣٣٩٤	—	١١١١١١١١	١٨٩١,٧	٣٢٤٠٠	٢١٦٠	—	—	٧٢١,٨	—	٢١٦٠	—	—	٧٢١,٨	—	—	% ٦٣,٦	% ٢٨,٦	—	—	—	—	—	—
٩	مصانع غذائية حلة (٢)	٤٥٥,٠٤٧	—	١٤٤٠,٠٠	٣٦٣,٧	٤٨٥١٥	—	—	—	١٩,١٢	١٦٥٤,٤	—	—	—	١٩,١٢	١٦٥٤,٤	—	—	% ١١,٤	% ٣,١	—	—	—	—	—
١٠	مصانع غذائية حلة (٣)	٧١١٢	٩٨٣٤,٣	—	١,٠٨٣٣,٧	١,٠٧١,٠٩٩	—	—	—	٧٣٠,٦,٧	١٦٨١٠	—	—	—	٧٣٠,٦,٧	١٦٨١٠	٢٥,٣	—	% ٢١,٢	% ٣,١	—	—	—	—	—
١١	مصانع معنية حلة (١)	٤٦٤٩,٣٨٦	—	—	١,٠٦٩,٤	—	٧٨٧,٤	—	—	٦٦,١	—	٧٨٧,٤	—	—	٦٦,١	—	—	% ١,٧	% ١,٢	—	—	—	—	—	—
١٢	خزف وسروميك حلة (١)	٣٠٩١١٤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
١٣	بالستيك حلة (١)	٢٤٣٥,١١٤	—	—	٧٩٠	—	٤٣,٢	—	—	٩,٩٣	—	٤٣,٢	—	—	٩,٩٣	—	—	% ١,٢	% ١,٢	—	—	—	—	—	—

٢ - فرص ترشيد الطاقة

فيما يلي استعراض لأهم فرص ترشيد الطاقة بالمنشآت الصناعية المختلفة المتعلقة بخطوط الإنتاج .

٢ - ١ تحويل تغذية البخار المباشر إلى تغذية غير مباشرة :

غزل ونسيج حالة (١) وتنتج هذه الشركة جميع أنواع الجينز والتيشيرت والغزل وصباغة النسيج للشركة وللآخرين . تعمل الشركة بنظام ورديتين ٣٠٠ يوم في السنة يتواجد بالشركة عدد ١٧ ماكينة صباغة يتم تغذية البخار فيها بطريقة مباشرة بتحويل تغذية البخار المباشر إلى تغذية غير مباشرة يمكن الوصول إلى .

الوفر في تكلفة الوقود : ٩٥٠٩٠ جنيه / سنة

الوفر في تكلفة المياه : ١٧٢٥٠ جنيه / سنة

* الوصف

يتم حقن البخار في ماكينات الصباغة بطريقة مباشرة ويتواجد شبكة للراجع المتكاثف غير مستخدمة .

* الوفر

يتم استهلاك البخار في ماكينات الصباغة بصورة مباشرة ١٠٠ ٪ وعلى ذلك فإن الوقود المستخدم لإنتاج البخار يتم اهدار كمية كبيرة منه يمكن توفيرها حيث يمكن توفير وقود بتكلفة ٩٥٠٩٠ جنيه / سنة وتوفير للمياه بتكلفة ١٧٢٥٠ جنيه / سنة .

* الاجراء

تقترح الدراسة تحويل تغذية البخار المباشر في عدد ١٧ ماكينة صباغة إلى تغذية غير مباشرة باستخدام المبادلات الحرارية بعدد ١٧ مبادل حراري واحد لكل ماكينة وقد قدرت تكلفة تركيب وحدة المبادل الحراري بمبلغ ١٥٠٠ جنيه بتكلفة إجمالية ٢٥٥٠٠ جنيه لعدد ١٧ مبادل وعلى هذا فإن فترة استرداد راس المال حوالي ٠,٢٢ سنة .

ولقد وجد أن نفس هذه الفرصة يمكن أيضا تطبيقها في كل من غزل ونسيج حالة (٢) وصناعات غذائية حالة (٢) .

٢ - ٢ تنظيم تشغيل الغلايات : غزل ونسيج حالة (١)

وهي نفس الشركة المذكورة في حالة (٢-١) حيث يتواجد بالشركة عدد (٢) غلاية من النوع Fire Tube احدهما صغيرة سعة ٦ طن بخار / ساعة والاخرى كبيرة سعة ١٢ طن بخار / ساعة وذلك لتغذية ماكينات المصنع بالبخار اللازم للعمليات الصناعية المختلفة كما يتواجد شبكة للراجع المتكاثف غير مستخدمة ويتم تغذية البخار في الماكينات بصورة مباشرة ١٠٠ ٪ ويتم التحكم في البخار المغذي لماكينات الصباغة بصمامات يدوية بتنظيم تشغيل الغلايات يمكن الوصول إلى الوفر في تكلفة الوقود : ٤٠٥١٥٠ جنيه / سنة .

* الوصف

يتم تشغيل الغلاية الكبيرة سعة ١٢ طن بخار / ساعة لتأمين إمداد العمليات الصناعية بالبخار اللازم للعمليات الصناعية المختلفة بينما الغلاية الصغيرة سعة ٦ طن بخار / ساعة متوقفة لانها لاتغطي إحتياجات المصنع من البخار .

* الوفر

بعد تنفيذ المقترحات انتهى تم التوصية بها في هذه الشركة والمتعلقة باستهلاك البخار وهي (الاستفادة من البخار المتكاثف المسترجع - التحكم الاتوماتيكي في دخول البخار إلى ماكينات الصباغة - تحويل تغذية البخار المباشر إلى غير مباشر عن طريق استخدام انبعاثات الحرارة) هذا بالإضافة إلى إعادة تنظيم الاحمال بحيث يتم عمل جدول لتشغيل الماكينات المستهلكة للبخار بحيث يظل الحمل الكلى ثابت على مدار اليوم فانه يمكن تشغيل الغلاية الصغيرة سعة ٦ طن بخار / ساعة لتأمين احتياجات المصنع من البخار ويؤدي هذا إلى وفر في تكلفة الوقود يصل إلى ٤٠٥١٥٠ جنيه / ستويا وبدون أي تكلفة استثمار تذكر .

* الاجراء

نقترح تشغيل الغلاية الصغيرة سعة ٦ طن / ساعة بدلا من الغلاية الكبيرة سعة ١٢ طن / ساعة وتكون احتياطية فقط في حالات الطوارئ حيث يكفي انتاجها تغطية احتياجات المصنع من البخار بعد تنفيذ المقترحات الخاصة بترشيد استهلاك الطاقة البخارية وبدون أي تكلفة استثمار تذكر .
وجد امكانية تطبيق هذه الفرصة ايضا في عزل ونسيج حالة (٢) .

٢ - ٣ إدارة الاحمال : صناعات غذائية حالة (١)

تنتج الشركة المشروبات الغازية . بمختلف أنواعها وهي ذات طبيعة عمل موسمية . يتواجد بالشركة عدد (٤) خط أنتاج يشتمل خط الانتاج الرابع بالشركة على ماكينة تنتج العبوات البلاستيكية والتي تذهب إلى ماكينة النفخ والتي يتواجد بها عدد (٢) ضاغط احدهما قدرته ٢٠٠ ك . وات وانثاني قدرته ١٣٢ ك . وات وبينهما مبرد قدرته ٣٩ ك . وات ثم تتجه العبوات بعد ذلك إلى ماكينة ملأ العبوات . بأدارة الاحمال يمكن الوصول إلى الوفر في استهلاك الكهرباء = ١٢٥١٢٧ جنيه / سنة .

* الوصف

يتم تشغيل ماكينة العبوات في نفس الوقت الذي يتم فيه تشغيل جميع ماكينات خط الانتاج وحمل هذه الماكينة حوالي ٢٥٠ ك . وات كما ان حمل خط الانتاج الرابع يصل إلى ٤٠٠ ك . وات ويحتوى المصنع على عدد (٢) وحدة توليد ديزل كل وحدة ٧٠٠ ك . ف . أ .

* الوفر

إدارة الاحمال :

الاقتراح الاول :

نقترح تشغيل ماكينة العبوات في فترة توقف ماكينات خط الانتاج الاخرى وبالتالي يتم تقليل الحمل الأقصى للمصنع في جميع الفترات بما فيها فترة الشتاء حيث من الممكن أن يخزن الانتاج في الشتاء ويتم الاستفادة منه في موسم الاستهلاك (الصيف) وحمل هذه الماكينة يصل إلى ٢٥٠ ك . وات وعلى ذلك فإن الوفر المتوقع يكون حوالي ٢١٩٠٠ جنيه / سنة وهذا الاقتراح ليس له أي تكلفة استثمار تذكر وهو من أهم فرص ترشيد الطاقة الكهربائية .

الاقتراح الثاني

يوصى بتشغيل وحدة توليد ديزل لمدة ٢٠ ساعة خلال موسم الاستهلاك (الصيف) ولمدة ١٠ ساعات خلال موسم الشتاء ، اما وحدة التوليد الاخرى فتكون احتياطية للوحدة الاولى . الحمل الاقصى لخط الانتاج الرابع حوالى ٤٠٠ ك . وات ويوصى بنقل احمال خط الانتاج الرابع من المحول إلى أحد المولدين ويؤدي تنفيذ هذا الاقتراح إلى وفر قدره ٩٠٠٠٠ جنيه / سنة .

الاقتراح الثالث :

نقترح تشغيل الضاغط الصغير قدرة ١٣٢ ك . وات على أن يكون الضاغط الكبير قدرة ٢٠٠ ك . وات احتياطيا له ويتم إدخال وحدات الضواغط اتوماتيكيا تبعا للحمل وبتنفيذ هذا الاقتراح يؤدي إلى وفر قدره ١٣٢٢٧ جنيه / سنة .

* الاجراء

بتنفيذ هذه الاقتراحات السابقة والتي ليس لها اى تكلفة استثمار يذكر يكون الوفر الكلى حوالى ١٢٥١٢٧ جنيه / سنة

ولقد وجد أن نفس هذه الفرصة يمكن تطبيقها في غزل ونسيج حالة (٤) وصناعات معدنية حالة (١) وخزف وسيراميك حالة (١) .

٢ - ٤ إسترجاع البخار المتكاثف : غزل ونسيج (٢)

تنتج الشركة الملابس الجاهزة بجميع أنواعها . تعمل الشركة عدد (٢) وردية في اليوم - ٣٠٠ يوم في السنة و يتواجد بالشركة نظام للراجع المتكاثف لاسترجاع البخار المستخدم في ماكينات الصباغة ولكنه لايعمل نتيجة لمشاكل سابقة خاصة بتسريب ماسورة المتكاثف بماكنة انصباغة لذلك فاته يتم طرد المتكاثف عند درجة حرارة حوالى ١٠٠ م° .

الوقت في الاستهلاك	الوحدة	الوقت / سنة	الوقت جنيه / سنة
الوقت في الوقود المستخدم (المازوت)	طن	٧٣٧	١٣٦٣٤٥
الوقت في المياه	م³	٢٧٣٠٠	٢٠٤٧٥

* الوصف

لايتم استرجاع البخار المتكاثف بالشركة رغم وجود شبكة للراجع المتكاثف وذلك لمشاكل يمكن معالجتها بعمل صيانة لجميع مكونات النظام واحلال لجميع العناصر المتلفة مع ضرورة اجراء الصيانة باستمرار لضمان عمل النظام بكفاءة .

* الوفر

استرجاع البخار المتكاثف من الماكينات المستهلكة للبخار يؤدي إلى وفر سنوى في استهلاك المازوت يقدر بحوالى ٧٣٧ طن (مازوت) / سنة بوفر في التكلفة يقدر بحوالى ١٣٦٣٤٥ جنيه . كما يؤدي إلى وفر في استهلاك المياه يقدر بحوالى ٢٧٣٠٠ م³ (مياه) / سنة بوفر في التكلفة يقدر بحوالى ٢٠٤٧٥ جنيه / سنة وعلى ذلك فإن اجمالى الوفر يصل إلى حوالى ١٥٦٨٢٠ جنيه / سنة .

• الاجراء

نقترح إعادة تشغيل دائرة المتكاثف مع الاخذ في الاعتبار اعمال الصيانة الدورية لشبكة التراجع واحلال العناصر التالفة للشبكة ويحتاج هذا الاقتراح إلى تكلفة بسيطة للغاية كما ان العائد فوري .
وقد امكن تطبيق هذه الفرصة في حالة (١ ، ٣ ، ٤) غزل ونسيج و حالة (١) صناعات ورقية و حالة (٣) صناعات غذائية .

٢ - ٥ ترحيل الاحمال : صناعات معدنية حالة (١)

تنتج الشركة أنواع مختلفة من السبائك المعدنية ومنتجات انصليب وقطاعات الأبواب والشبابيك المصنوعة من الالومنيوم والني. في. سي . تحتوى الشركة على عدد (٢) قرن من النوع الحثي سعة القرن الواحد ١,٥ طن / دورة (زمن الدورة حوالى ١,٥ ساعة) يستمر القرن في الخدمة لمدة عشر ايام ثم يتم ايقافه لعمل الصيانة والتبطين اللازم للقرن .
الوفر في استهلاك الطاقة الكهربائية = ٨٧١٤٥ جنيه / سنة

* الوصف

المحول رقم (١) (١١ / ٠,٤ ك. فولت) ونسبة تحميله حوالى ٦,٧ ٪ من حمله الكلى اى ان نسبة تحميله صغيرة جدا حيث يجب الا يقل نسبة تحميل المحول عن ٣٦,٤ ٪ من حمله الكلى كما ان المحول رقم (٢) (١١ / ٠,٤ ك. فولت) نسبة تحميله ٢٩,٧ ٪ من الحمل الكلى بمعنى ان نسبة تحميله ايضا اقل من ٣٦,٤ ٪ من حمله الكلى .

* الوفر

الاقتراح الاول : ترحيل احمال المحول رقم ١ إلى المحول رقم ٢ (١١ / ٠,٤ ك. فولت) :

يؤدى ذلك إلى تحميل المحول رقم ٢ بنسبة ٤٠ ٪ من حمله الكلى ويؤدى ذلك إلى تحسين كفاءة التحميل وإلى تقليل مفتودات المحول ويتم ذلك بدون اى تكلفة تذكر ويؤدى ذلك إلى وفر في استهلاك الكهرباء يصل إلى حوالى ١٥٦٠ جنيه / سنة وبفترة استرداد لرأس المال فورية .

الاقتراح الثانى : ترحيل احمال الافران الحثية :

يؤدى ذلك الاقتراح إلى تخفيض الحمل الاقصى مع المحافظة على نفس معدل استهلاك الطاقة ويؤدى ذلك إلى وفر في التكلفة يقدر بحوالى ٤١٦١٠ جنيه / سنة وبتكلفة استثمارية تقدر بحوالى ٢٧٢٠ جنيه وفترة استرداد لرأس المال حوالى ١ شهر

الاقتراح الثالث: تنظيم حمل القرن الحثي المفرد :

ويؤدى ذلك الاقتراح إلى تخفيض الحمل ويقلل من معدل استهلاك الطاقة وذلك بتكلفة لاتذكر ويؤدى ذلك إلى وفر في التكلفة يقدر بحوالى ٤٣٩٧٥ جنيه / سنة وبفترة استرداد لرأس المال فورية .

* الاجراء

بتنفيذ الاقتراحات الثلاثة السابقة يحدث وفر كلى في التكلفة يقدر بحوالى ٨٧١٤٥ جنيه / سنة وبفترة استرداد لراس المال فورية .

وقد امكن تطبيق مثل هذه الفرصة في غزل ونسيج حالة (٣ ، ٤) وصناعات ورقية حالة (١ ، ٣) وصناعات غذائية حالة (٣) .

٢ - ٦ التحكم في نوعية الطاقة لتحقيق اقصى ترشيد استهلاك : غزل ونسيج حالة (٣)

تقوم الشركة بإنتاج المنتجات الصوفية ، انقطنية ، انبساطين ، الملابس الجاهزة . تعمل الشركة ٣ ورديات ٣٠٠ يوم في السنة . تشمل عمليات الإنتاج على عمليات غزل ونسيج وصباغة وتجفيف حيث يتواجد بالشركة عدد (٢) مجفف كهربى قدرة كل منها ٣٠٠ ك.وات .

الوقت في الاستهلاك	الوحدة	الوقت / سنة	الوفر جنيه / سنة
الوفر في استهلاك الكهرباء	ميجاوات . ساعة	١٠٣٦,٨	١٥٨٦٣٠
الحمل الاقصى	كينوات	٢٨٨٠	٢١٠٢٤
التحويل إلى استخدام اسولار بدلا من استخدام السخانات الكهربائية	—	—	١٤٢٤٦٦,٢

* الوصف

يوجد اثنان من المجففات بالشركة يعمل أحدهما بالطاقة الكهربائية قدرته ٣٠٠ كيلوات ويعمل وردية واحدة ونصف وردية (١٢ ساعة) يوميا .

متوسط طاقة التشغيل ٠,٨ × ٣٠٠ = ٢٤٠ كيلوات وتحسب تكلفة التشغيل كما يأتى :

تكلفة الطاقة الكهربائية المستهلكة = ٢٤٠ كيلوات × ١٢ ساعة × ٣٠ × ٠,١٥٣ جنيه / كيلوات ساعة = ١٣٢١٩,٢ جنيه / شهر

تكلفة الحمل الاقصى = ٢٤٠ كيلوات × ٧,٣ جنيه / كيلوات = ١٧٥٢ جنيه / شهر

∴ التكلفة الكلية لاستهلاك السخان الكهربى = (١٣٢١٩,٢ + ١٧٥٢) جنيه = ١٤٩٧١,٢ / شهر

= ١٤٩٧١,٢ × ١٢ = ١٧٩٦٥٤,٤ جنيه / سنة

ويعمل المجفف الكهربى حاليا خلال الوردية الاولى للمصنع اى عندما يكون الحمل اقصى مايمكن . يمكن ترحيل تشغيل المجفف الكهربى ليعمل خلال الوردية الثالثة عندما يكون الحمل اقل مايمكن اى نقوم بترحيل حمل المجفف الكهربى وبالتالي يقل حمل الشركة حوالى ٢٤٠ كيلوات بوفر قدره ٧,٣ × ٢٤٠ = ١٥٧٢ جنيه / شهر = ١٨٨٦٤ جنيه / سنة

∴ الوفر الناتج عن ترحيل حمل المجفف الكهربى = ١٨٨٦٤ جنيه / سنة

والاقتراح الثانى ان نقوم باستبدال المجفف الذى يعمل بالكهرباء بآخر يعمل بالزيت ويستخدم وقود السولار .

* الووفر

الوفر الناتج عن استبدال المجفف الكهربى بآخر يعمل بالزيت ووقود السولار يمكن حسابه كما يأتى :

التكلفة الحالية لتشغيل المجفف الكهربى كما سبق حسابه = ١٤٩٧١,٢ جنيه / شهر

= ١٧٩٦٥٤,٤ جنيه / سنة

التكلفة المستهدفة من تشغيل مجفف زيتي يعمل بالسولار
الوحدات الحرارية البريطانية (BTU) انظرية شهريا =
٣٠٠ ك.وات × ١٢ ساعة × ٣٠ يوم × ٣٦٠٠٠٠٠ جول / كيلوات ساعة

$$= ٣,٩ \times ١٠^{11} \text{ جول / شهر}$$

وهكذا يكافئ ٧٨٠٠ لتر (سولار) / شهر

التكلفة ٧٨٠٠ لتر (سولار) / شهر × ٠,٤٠ جنيه / لتر = ٣,٠٩٩ جنيه / شهر

$$= ٣,٠٩٩ \times ١٢$$

$$= ٣٧١٨٨ \text{ جنيه / سنة}$$

∴ الوفرة الناتجة عن التحويل لاستخدام السولار

$$= ١٧٩٦٥٤,٤ - ٣٧١٨٨$$

$$= ١٤٢١٦٦,٤ \text{ جنيه / سنة}$$

يلاحظ ان الوفرة الناتجة عن التحويل لاستخدام مجفف زيتي يعمل بالسولار اكبر بكثير من الوفرة الناتجة عن ترحيل
حمل المجفف الكهربى

* الاجراء

بتنفيذ التحويل إلى استخدام مجفف زيتي يعمل بالسولار بدلا من المجفف الكهربى يكون الوفرة الاجمالى حوالى
١٤٢٤٦٦,٤ جنيه / سنة

وقد امكن تطبيق مثل هذه الفرصة في بلاستيك حالة (١) .

٢ - ٧ استبدال مصائد البخار : غزل ونسيج حالة (٤)

تنتج الشركة منتجات قطنية معدة للتصدير . وتعمل هذه الشركة ٣ ورديات يوميا طوال ايام الاسبوع فيما عدا
قسم الخياطة والذي يعمل الوردي الاوى فقط . يتواجد بالشركة ماكينات مستهلكة للبخار (مصايغ ، مجففات ،
ماكينات تبيض ، ...) يعمل على هذه الماكينات عدد ٣٧ مصيدة بخار .

الوقت في الاستهلاك	الوحدة	الوقت / سنة	الوقت جنيه / سنة
الوقت في الوقود (المازوت)	طن	٨٩٦ طن / سنة	١٦٥٧٦٠

* الوصف

يوجد على الماكينات المستهلكة للبخار عدد ٣٧ مصيدة بخار متهاكة . نقترح تغيير جميع مصائد البخار
بالمصنع بأخرى جديدة .

* الوفر

بعد عمل مراجعات الطاقة والحصول على النتائج وجد أن مصائد البخار المتهاكة بالمصنع تتسبب في فقد
حوالى ٢٩٠٠٠٠٠٠ رطل بخار سنويا بما يعادل حرق كمية من الوقود تساوى ٨٩٦ طن مازوت / سنة بتكلفة
قدرها ١٦٥٧٦٠ جنيه / سنة .

* الاجراء

استبدال جميع مصادد البخار المستهلكة بالمصنع بأخرى جديدة و تقدر تكلفة شراء ٣٧ مصيدة بخار جديدة بحوالى ٣٧٠٠٠ جنيه

فترة استرداد راس المال = $37000 \div 165760 = 0,22$ سنة

وقد امكن تطبيق مثل هذه الفرصة في صناعات ورقية حالة (٢٠١) .

٢ - ٨ استخدام نظام التحكم الاوتوماتيكي لحقن البخار : غزل ونسيج حالة (٣)

تنتج الشركة المنتجات النصفية والنظمية والبطاطين والملابس الجاهزة . تعمل الشركة ٣ ورديات ستة ايام اسبوعيا وتشمل العمليات الانتاجية (صبغة ، تجفيف ، غزل ، نسج ، ...) وتحتاج بعض هذه العمليات الانتاجية للبخار مثل الصبغة والتجفيف وغيرها .

الوقت في الاستهلاك	الوحدة	الوقت / سنة	الوقت جتية / سنة
الوقت في استخدام الوقود (مازوت)	طن	٤٠٦ طن / سنة	٧٥١١٠

* الوصف

يوجد بالمصنع عدد (١٠) ماكينات صبغة تستهلك هذه الماكينات حوالى ٦٠ ٪ من البخار المنتج بما يعادل ٦٠ ٪ من الوقود المستهلك .

يتم التحكم في دخول البخار إلى هذه الماكينات يدويا وهذا يؤدي إلى فقد كمية كبيرة من البخار بدون داعى .
تقترح الدراسة تركيب صمام تحكم اوتوماتيكي في درجات الحرارة مزود بحساس (Sensor) على هذه الماكينات .
استخدام هذه انصمامات يؤدي إلى وفر حوالى ١٠ ٪ من الوقود المستخدم .

* الوفرة

كمية الوقود المستهلكة = $6762 \text{ طن / سنة} \times 60\% = 4057 \text{ طن / سنة}$
وبذلك يكون الوفرة المتوقع = $4057 \times 10\% = 405,7 \text{ طن / سنة (مازوت)}$
∴ الوفرة في تكلفة الوقود = $406 \times 185 = 75110 \text{ جنيه / سنة}$

* الاجراء

تقترح الدراسة تركيب صمام تحكم اوتوماتيكي مزود بحساس للحرارة على كل خط لحقن البخار في ماكينات الصبغة بدلا من صمام التحكم اليدوى الموجود حاليا .

عدد ماكينات الصبغة = ١٠ ماكينات

وتقدر تكلفة تركيب الصمام الاوتوماتيكي لكل ماكينة بحوالى ٣٠٠٠ جنيه

∴ التكلفة الكلية لتركيب الصمامات = $3000 \times 10 = 30000 \text{ جنيه}$

فترة استرداد راس المال = $\text{التكلفة} \div \text{الوفرة}$

= $30000 \div 75110 = 0,4$ سنة

وقد امكن تطبيق هذه الفرصة في غزل ونسيج حالة (٢٠١) .

٢ - ٩ استخدام تكنولوجيا جديدة في مجال الانتاج : خزف وسيراميك حالة (١)

تنتج الشركة السيراميك والادوات الصحية . تعمل الشركة ٣ ورديات جميع ايام السنة . يتواجد بالشركة محطة لتخفيض ضغط الغاز الطبيعي من ضغط الامداد وهو ٤٧ بار إلى ضغط الاستخدام وهو ٢ بار حيث يستخدم كوقود للافران والمجففات والمحارق .
الوفر في استهلاك الطاقة الكهربائية = ٥٥٦.٥٦ جنيه / سنة .

* الوصف

يتم استخدام محطة لتخفيض ضغط الغاز الطبيعي من ٤٧ بار إلى ٢ بار يمكن استبدال هذه المحطة بوحدة تمدد توربينية لتقوم بتخفيض ضغط الغاز الطبيعي إلى الضغط المطلوب .

* الوفر

باستخدام وحدة التمدد انتوربينية يحدث تخفيض في الحمل بوفر سنوي قدره ٥٥٦.٥٦ جنيه بما يكافئ ٣٦٣٤ كيلووات ساعة / سنوية

* الاجراء

استبدال محطة التخفيض بوحدة تمدد توربينية لتخفيض ضغط الغاز من ٤٧ بار بتكلفة قدرها ٣٩٦١٦٨ جنيه ويفترة استرداد لرأس المال حوالي ٠.٧ سنة .

وقد امكن تطبيق تكنولوجيا حديثة في مجال الانتاج في صناعات ورقية حالة (١) حيث تم استخدام محركات متغيرة السرعات لادارة المضخات تعمل حسب الحمل المطلوب ، صناعات بلاستيكية حالة (١) حيث يتم استبدال سخانات الكهرباء المستخدمة في افران التجفيف وتسخين حمامات المياه بالسخانات التي تعمل بالغاز الطبيعي حيث يؤدي ذلك إلى وفر في التكلفة كما تم تطبيقها في صناعات معدنية حالة (١) حيث تم تركيب نظام تحكم اتوماتيكي لتحميل الاحمال وادارتها .

٢ - ١٠ تكنولوجيا التوليد المشترك : خزف وسيراميك حالة (١)

تنتج الشركة السيراميك والادوات الصحية . تعمل الشركة ٣ ورديات جميع ايام السنة . يتواجد بالشركة مجففات تعمل بالهواء الساخن حيث يكتسب الهواء حرارته من خلال احتراق وقود الغاز الطبيعي في الولاعات .
الوفر في استهلاك الكهرباء = ٤٥٢٤٧٦٨ جنيه / سنة .

* الوصف

يتواجد بالشركة مجففات تعمل بالهواء الساخن والذي يستمد حرارته من حرق الغاز الطبيعي في الولاعات . الحمل الاساسي للشركة يبلغ حوالي ٣٠٢٨ كيلووات يمكن استخدام توربين غازي سعة ٣,٠٢٨ ميغاوات يؤمن امداد رشاشات المجففات بالهواء الساخن عن طريق استخدام عادم احتراق غرفة الاحتراق للتوربين الغازي كما يؤمن التوربين الغازي الحمل الاساسي للشركة والذي يبلغ ٣٠٢٨ كيلووات .

* الوفر

استخدام التوربين الغازي لتوليد الكهرباء بالمصنع يخفض الحمل الاقصى بحوالي ٣,٠٢٨ ميغاوات بوفر في التكلفة يقدر بحوالي ٤٥٢٤٧٦٨ جنيه / سنة والتكلفة الاستثمارية لوحدة التوربين الغازي حوالي ٥٦٥٦٠٠٠ جنيه بفترة استرداد لرأس المال حوالي ٢,٢٤ سنة .

* الاجراء

تقترح الدراسة تركيب وحدة توربين غازي سعة ٣.٠٢٨ ميجاوات لتأمين الحمل الاساسي للشركة ٣.٢٨ كيلوات والحرارة اللازمة لمجففات الهواء الساخن .

وقد امكن تطبيق تكنولوجيا التوليد المشترك في صناعات ورقية حالة (٢) وصناعات غذائية حالة (١) .

٢ - ١١ إدارة المخلفات الصناعية واعادة تدويرها : صناعات غذائية حالة (٣)

تنتج الشركة المنتجات الغذائية كالتزبد والزيوت كما تنتج مساحيق التنظيف وانصبوبون وانجسرين الطبي . و تعمل الشركة ٣ ورديات ٣٠٠ يوم في السنة . وتشمل العمليات الصناعية بانمصنع تنقية الزيوت وازالة الرائحة والهدرجة وتوليد البخار وتحليل المياه لانتاج الهيدروجين وينتج الاكسجين كعادم صناعي يتم التخلص منه في الجو عن هذه العملية .

العائد من تعبئة الأكسجين وبيعه = ٣٧٥.٠٠٠ جنيه / سنة .

* الوصف

من العمليات الأساسية بالشركة تحليل المياه لانتاج الهيدروجين المستخدم في عملية هدرجة الزيوت ويتخلف عن هذه العملية الأكسجين كناتج ثانوي لا يتم الاستفادة منه ويتم طرده إلى الهواء الجوي بمعدل ٢٥٠.٠٠٠ نيوتن . م^٣ / سنة

* الوفر

بإعادة تعبئة الأكسجين في اسطوانات وبيعه يمكن أن تحقق الشركة عائد مادي يصل إلى ٣٧٥.٠٠٠ جنيه / سنة حيث يستخدم في الأغراض الطبية والصناعية .

* الاجراء

تقترح الدراسة تركيب وحدة تعبئة للأكسجين (تشمل على عدد (٢) ضاغط وعدد (٢) مضخة) بسعة ١٠٠ نيوتن . م^٣ / ساعة وبضغط تشغيل ١٥٠ بار أحدهما في الخدمة والاخر احتياطي والوحدة مزودة بأجهزة تحكم وشاشات مراقبة لضمان جودة الأكسجين المنتج وتتكلف هذه الوحدة حوالي ٢.٠٠٠.٠٠٠ جنيه بفترة استرداد لرأس المال حوالي ٥,٣ سنة وبدون أي تكلفة استثمارية أخرى حيث يتم اعادة ملأ الاسطوانات للمستهلكين .
تم تطبيق هذه الفرصة في صناعات غذائية حالة (٢) وخزف وسيراميك حالة (١) .

ترشيد الطاقة والبيئة :-

عند تطبيق فرص ترشيد الطاقة المقترحة بالصناعات موضع الدراسة يمكن توفير كميات من الوقود وانطاقة الكهربائية والمياه وليس هذا كل الموضوع بل تم ايضا حماية البيئة من التلوث الناتج عن حرق كميات كبيرة من الوقود حيث تنطلق كميات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري وهذا يؤدي بالسلب على البيئة المحيطة بنا .

جدول رقم (٤) يوضح معاملات الانبعاثات المستخدمة

جدول رقم (٥) يوضح كمية الانخفاض الحادث في الانبعاثات لكل شركة من الشركات موضع الدراسة .

جدول رقم (٤) معاملات الانبعاثات

نوع الوقود	طن ثاني أكسيد الكربون / طن وقود	طن ثاني أكسيد الكبريت / طن وقود	طن أكاسيد نتروجين / طن وقود	طن أول أكسيد الكربون / طن وقود
مازوت	٣,١٠٩٤	٠,٠٦٨٨	٠,٠٠٣٧	٠,٠٠٠٤٣
سولار	٣,٢٠٩٣	٠,٠٧١٠	٠,٠٠٣٨	٠,٠٠٠٤٤
غاز طبيعي	٢,٦١١٥	٠,٠٥٧٧	٠,٠٠٣١	٠,٠٠٠٣٦

جدول رقم (٥) الانخفاض المتوقع في كمية الانبعاثات عند تطبيق فرص الترشيد

م	البيان	الوقر في ثاني أكسيد الكربون / طن سنة	الوقر في ثاني أكسيد الكبريت / طن سنة	الوقر في أكاسيد النتروجين / طن سنة	الوقر في أول أكسيد الكربون / طن سنة
١	غزل ونسيج حالة (١)	٨٧٤٦,٤	١٩٣,٥	١٠,٤١	١,٢
٢	غزل ونسيج حالة (٢)	١٠٧٥٩,٢	٢٣٨	١٢,٨	١,٤٩
٣	غزل ونسيج حالة (٣)	٣٩٥٢	٨٧,٥	٤,٧٠	٠,٥٤٦
٤	غزل ونسيج حالة (٤)	٤٠٦٠,٩	٨٩,٨٥	٤,٨٣	٠,٥٦
٥	صناعات ورقية حالة (١)	١٥٧١٦,٥	٣٤٧,٧٤	١٨,٧٠	٢,١٧
٦	صناعات ورقية حالة (٢)	٤٢٧٩,١	٩٤,٧	٥,٠٩	٠,٥٩٢
٧	صناعات ورقية حالة (٣)	٥٨٢٠,٨	١٢٨,٨	٦,٩٣	٠,٨٠
٨	صناعات غذائية حالة (١)	٢٢٤٤,٤	٤٩,٦٥	٢,٦٧	٠,٣١
٩	صناعات غذائية حالة (٢)	١٢٨,٨	٢,٨٥	٠,١٥	٠,٠٢
١٠	صناعات غذائية حالة (٣)	٧١٦٠	١٥٨,٤٢	٨,٥٢	٠,٩٩
١١	صناعات معدنية حالة (١)	٢٠٥,٥٣	٤,٥٥	٠,٢٤	٠,٠٣
١٢	خزف وسيراميك حالة (١)	١٣٥٠,٤	٢٩,٨٤	١,٦	٠,١٨٦١
١٣	بلاستيك حالة (١)	٣٠,٨٨	٠,٦٩	٠,٠٤	٠,٠٠٤
	الإجمالي	٦٤٤٥٤,٩١	١٤٢٦,٠٩	٧٦,٦٨	٨,٩٠

الخلاصة

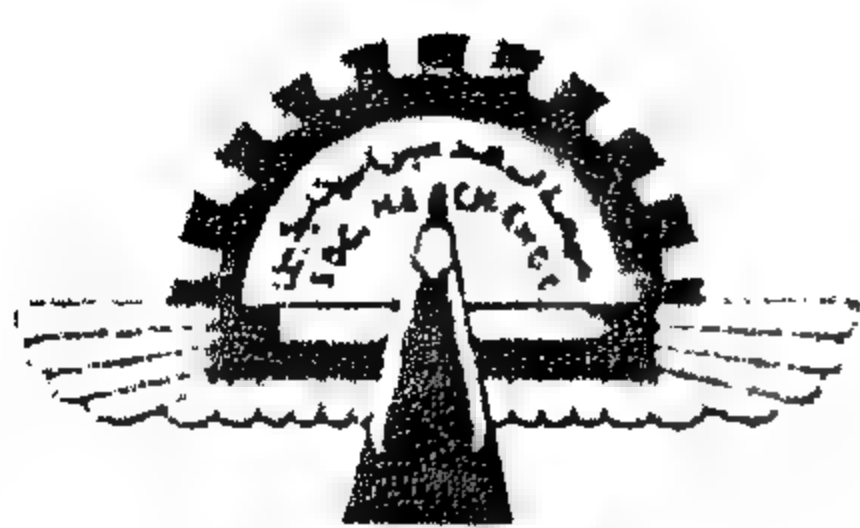
بعد اجراء مراجعات الطاقة في الشركات المختلفة موضع الدراسة تم اقتراح العديد من التوصيات للتدخل في العملية الانتاجية للمصنع بهدف التقليل من استهلاك الوقود والطاقة الكهربائية وانمياد بما يؤدي إلى تقليل معدلات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حيث تعرضنا بالدراسة لعدد ١٣ شركة تغطي القطاعات الصناعية الاساسية بالاسكندرية .

المراجع :

- 1- Demand Side Management July 1994
Revised and published by : Energy conservation and Environment project (ECEP)
- 2- Introduction Energy Survey (Training manual) Nov.1996
Revised and published by : Energy conservation and Environment project (ECEP)
- 3- Combustion Efficiency Tables 1992
By : Harray Taplin , P.E. published : The Fairmont press , Snc

٤ - اللاحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤

جهاز شئون البيئة ١٩٩٩



جمعية المهندسين المصريين
جمعية المهندسين الميكانيكيين

المؤتمر الثالث عشر للهندسة الميكانيكية
تقنيات الهندسة الميكانيكية وتطبيقاتها في بداية الألفية الثالثة
في الفترة من 28 - 31 مارس 2001

دراسات حالة

5/8

مساهمة المكثفات الاستاتيكية في ترشيد الطاقة
والحفاظ على البيئة في المنشآت الصناعية

د / كامليا يوسف

م / كامليا جبران

م / رحاب عثمان

مساهمة المكثفات الاستاتيكية فى ترشيد الطاقة

والحفاظ على البيئة بالمنشآت الصناعية

د.كاميليا يوسف م. كاميليا جبران م. رحاب عثمان

شركة كهرباء الاسكندرية

الاسكندرية - مصر

ملخص

خلال العشر سنوات الأخيرة شاركت شركة كهرباء الاسكندرية فى ثلاث مشروعات استرشادية لترشيد استخدام الطاقة والحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة بغرض توعية المنشآت الصناعية والتجارية والسكنية بطرق وتكنولوجيات وفوائد وتطبيقات فرص ترشيد استخدام الطاقة بالاضافة إلى هدف هام وهو نقل تكنولوجيات ترشيد استخدام الطاقة من الدول المتقدمة إلى شركة كهرباء الاسكندرية .

تمتاز مدينة الاسكندرية باحتوائها على جميع الأنشطة الصناعية مثل : الغزل والنسيج والورق والأغذية والبلاستيك والكيماويات ... وتمثل الأحمال الصناعية حوالى ٤٠% من اجمالى أحمال مدينة الاسكندرية . ولقد تم مسح وعمل موازنة للطاقة المستهلكة بعشرات المنشآت بمدينة الاسكندرية وكانت جميعها مشتركة فى التوصية بتركيب مكثفات استاتيكية لتعويض القدرة غير الفعالة اللازمة لتحسين معامل القدرة . ومن المميزات المتعددة للمكثفات الاستاتيكية :

تحسين معامل القدرة ، تجنب دفع فروقات انخفاض معامل القدرة ، تحسين الجهد ، تقليل المفقودات ، الوفر فى الطاقة (نتيجة الوفر فى الفقد) والحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة بالاضافة الى سهولة تركيبها وصيانتها. تعرض هذه الورقة نشاط شركة كهرباء الاسكندرية فى مجال دراسة وتركيب وصيانة المكثفات الاستاتيكية بالاضافة إلى أمثلة تطبيقية تمت بمنشآت صناعية مختلفة بالاسكندرية .

مقدمة

تتمثل أغلب أحمال المصانع فى المحركات والكترونيات القوى ، وهذه تحتاج فى عملها إلى عملية المغنطة والتي بدورها تؤدي الى انخفاض معامل القدرة . لذلك فإن معظم الأحمال الصناعية تتصف بأنها ذات معامل قدرة منخفض . وهذا يؤدي إلى أن المستهلك يدفع مبالغ كبيرة سنوية مقابل الاستهلاك المتمثل فى انخفاض معامل القدرة والذي من مظاهره زيادة القدرة الظاهرية المستهلكة من المنشأة .

للتغلب على ذلك يتم تركيب لوحات مكثفات استاتيكية تحسن معامل القدرة ومن فوائدها :

- الاعفاء من دفع فروقات انخفاض معامل القدرة وفقا لشروط التعاقد مع شركات الكهرباء
- تقليل القدرة الظاهرية للمستهلك مما يؤدي إلى زيادة السعة المتاحة المأخوذة من محولات التوزيع المغذية للأحمال .
- تحسين واستقرار الجهد
- تخفيض الفقد فى مكونات الشبكات مثل الكابلات ، الخطوط والمحولات

نشاط شركة كهرباء الاسكندرية فى مجال المكثفات الاستاتيكية

اهتمت شركة كهرباء الاسكندرية بتقديم خدمة قياسات وعمل دراسات تركيب وتشغيل وصيانة مكثفات تحسين معامل القدرة لأحمال المنشآت الصناعية والتجارية . ويستخدم فى ذلك أجهزة حديثة ومتطورة لقياس وتحليل بيانات الطاقة الكهربائية . وباستخدام هذه البيانات يمكن تحديد المواصفات الفنية للمكثفات المطلوبة . وقد قامت شركة كهرباء الاسكندرية بإجراء قياسات واعداد تقرير تفصيلى لعدد ٣٢٨ منشأة صناعية وتجارية . ولقد استجابت منهم أعداد كبيرة (١٢٣ منشأة) لتركيب مكثفات تحسين معامل القدرة ، وبعضهم تم التركيب بمعرفتهم .

ويوضح جدول (١) حصر لعدد وقدرة المكثفات المركبة بمعرفة شركة كهرباء الاسكندرية .

جدول (١) بيان بالمنشآت وعدد وقدرة المكثفات المركبة

نشاط المنشأة	عدد المنشآت	عدد لوحات المكثفات	اجمالى قدرة المكثفات ك.ف.ا.ر
١-صناعات غذائية	٢٦	٦١	١٦٤٨٠
٢- صناعات بلاستيك	٦	٧	١٢٩٠
٣- صناعات نسيج	١٤	١٩	٣٩٥٥
٤- صناعات كيمياوية	١٥	١٥	٤١٠٠
٥- صناعات خشبية	٤	٨	١٥٥٠
٦- بنوك	٨	٨	٤٩٥
٧- مستشفيات	٤	٦	٥٩٥
٨- قطاع البترول	٤	٦	١٨٠٠
٩- صناعات حديدية	٥	٨	١٩٠٥
١٠- صناعات ورقية	٤	١٤	٣٢٠٠
١١- صناعات جلدية	٢	٧	١٨٠٠
١٢- منظفات	٤	١١	٢٦٧٠
١٣- أخرى *	٢٦	٥٥	١٠٦٨٢
الاجمالى	١٢٣	٢٢٢	٥٠٥٢٢

* الأخرى مثل الفنادق ، محطات البنزين ، الملاهى ، محطات المياه ومحطات الصرف الصحى.....

وفى مجال الصيانة تمتاز شركة كهرباء الاسكندرية بخدمة ما بعد البيع . حيث أنها بعد تنفيذ الدراسة وتركيب لوحة تحسين معامل القدرة تقدم ضمان لمدة عام منذ تاريخ التركيب ، وفيه يتم متابعة اللوحة وسلامة أدائها ومكوناتها بما يضمن المحافظة على معامل القدرة المرجو .

كذلك تقوم الشركة أيضا بالتعاون مع المشتركين بعمل عقد صيانة دورية للوحات المكثفات المركبة بمعرفتها أو لوحات المكثفات المنفذة والمركبة بمعرفة المشتركين ، حيث يتقدموا بطلب مراجعتها والتعاقد على صيانتها .

هذا العقد السنوى يضمن صيانة دورية شاملة للوحات ٤ مرات فى العام وكذلك صيانة غير دورية فى حالة قيام المشترك بالإبلاغ عن وجود عطل ما أو ما يظهر نتيجة المتابعة الشهرية من انخفاض فى كفاءة أى جزء من اللوحة أو تلفه . ويتم ذلك من خلال عقد الصيانة .

وحاليا يوجد عدد ٣٢ عقد صيانة مكثفات ل ٧٢ لوحة مكثفات .

دراسات حالة

يوضح هذا البند بعض دراسات الحالة والتي توضح نتائج قياسات المتغيرات الكهربائية مثل : التيار ، القدرة الظاهرية ، معامل القدرة ، القدرة الفعالة ، القدرة غير الفعالة لعدد ٤ منشآت انتاج (منسوجات ، مسامير ، سيراميك ، مواد غذائية) وذلك قبل وبعد تركيب المكثفات الاستاتيكية .

دراسة حالة (١) مصنع منسوجات

تم إجراء قياس المتغيرات الكهربائية لأحمال المصنع وذلك لمدة ٢٤ ساعة والتي أوصت بالاحتياج لتركيب مكثفات قدرة ١٥٠ ك.ف.أ.ر جهد منخفض . وتم إعادة قياس هذه المتغيرات بعد تركيب لوحة تحسين معامل القدرة . ويوضح شكل (١) مقارنة بين التغير فى منحنيات المتغيرات الكهربائية قبل وبعد تركيب المكثف .

دراسة حالة (٢) مصنع مسامير

تم إجراء قياس المتغيرات الكهربائية لأحمال المصنع وذلك لمدة ٢٤ ساعة والتي أوصت بالاحتياج لتركيب مكثفات قدرة ٢٠٠ ك.ف.أ.ر جهد منخفض . وتم إعادة قياس هذه المتغيرات بعد تركيب لوحة تحسين معامل القدرة .

ويوضح شكل (٢) مقارنة بين التغير فى منحنيات المتغيرات الكهربائية قبل وبعد تركيب المكثف .

دراسة حالة (٣) مصنع سيراميك

تم إجراء قياس المتغيرات الكهربائية لأحمال المصنع وذلك لمدة ٢٤ ساعة والتي أوصت بالاحتياج لتركيب مكثفات قدرة ٤٥٠ ك.ف.أ.ر جهد منخفض . وتم إعادة قياس هذه المتغيرات بعد تركيب لوحة تحسين معامل القدرة . ويوضح شكل (٣) مقارنة بين التغير فى منحنيات المتغيرات الكهربائية قبل وبعد تركيب المكثف .

دراسة حالة (٤) مصنع مواد غذائية

تم إجراء قياس المتغيرات الكهربائية لأحمال المصنع وذلك لمدة ٢٤ ساعة والتي أوصت بالاحتياج لتركيب مكثفات قدرة ١٢٥ ك.ف.أ.ر جهد منخفض . وتم إعادة قياس هذه المتغيرات بعد تركيب لوحة تحسين معامل القدرة .

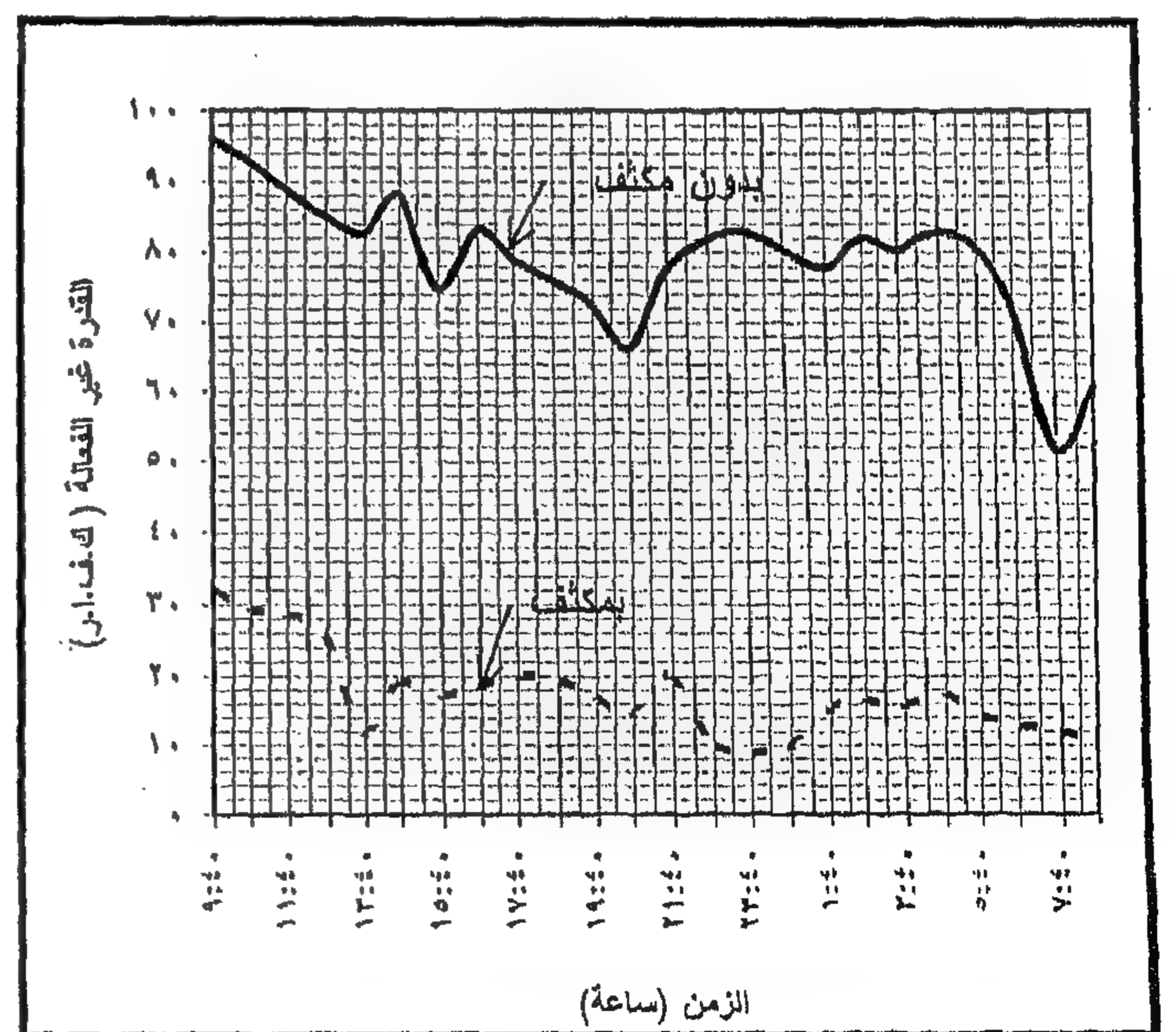
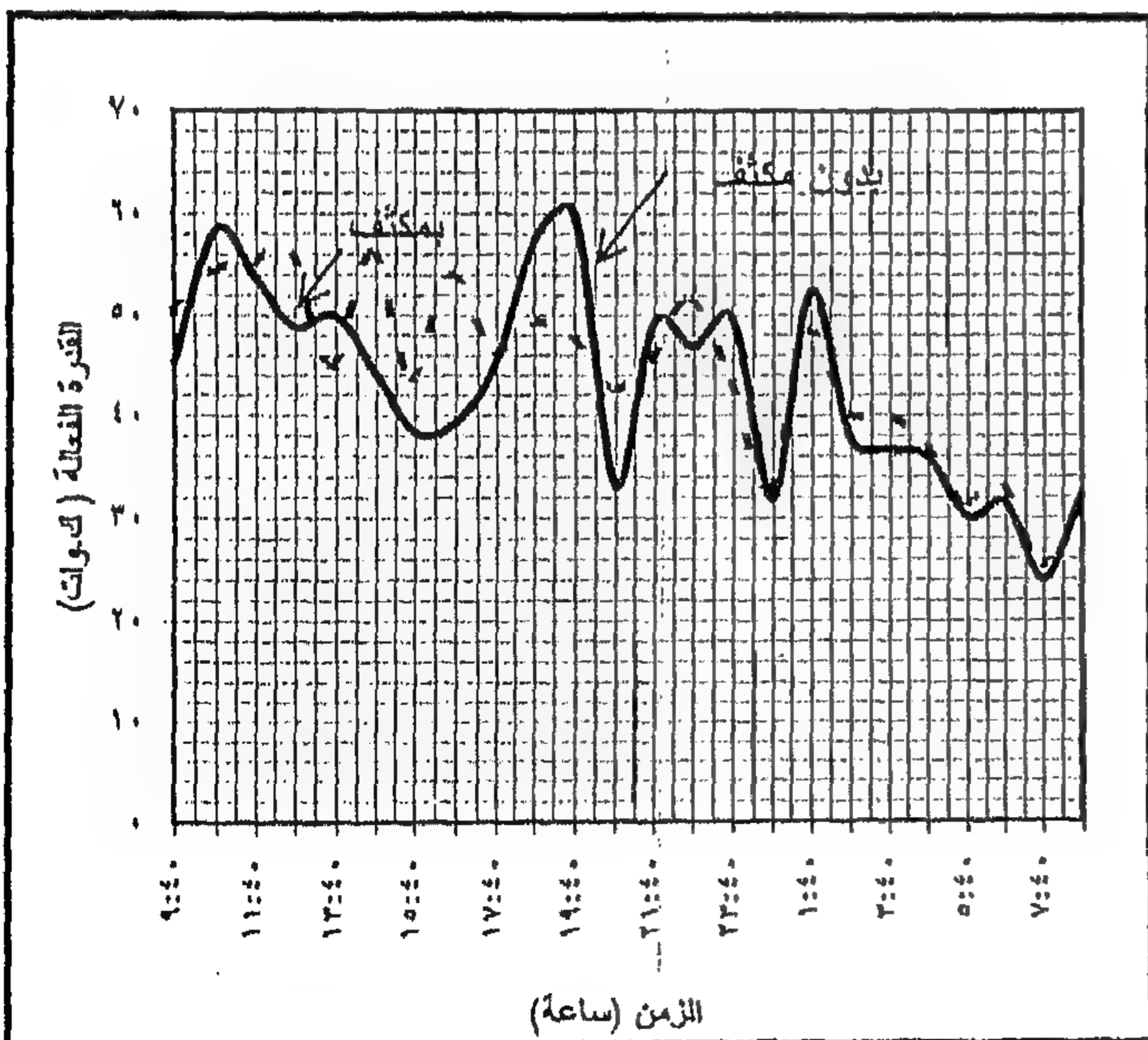
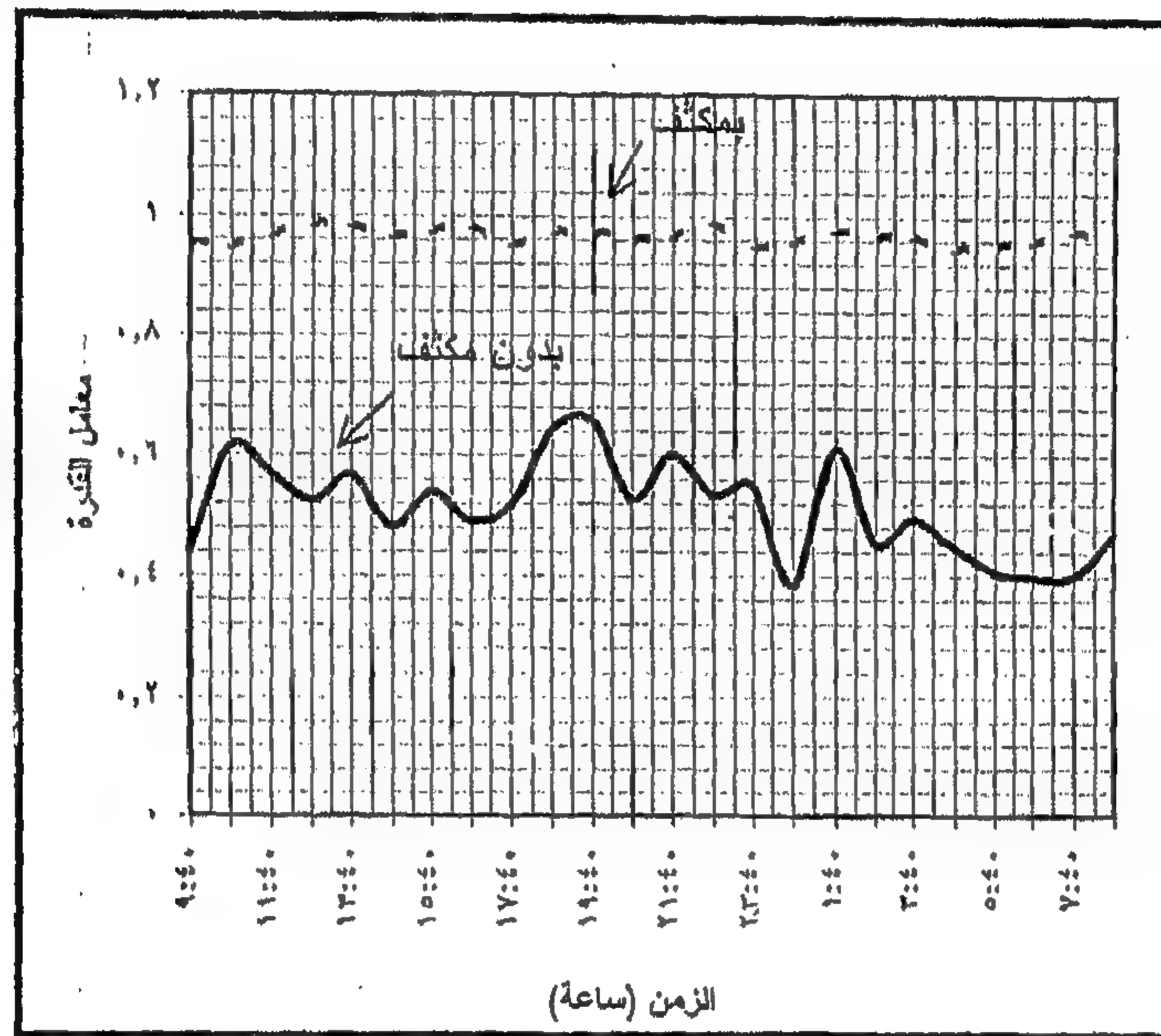
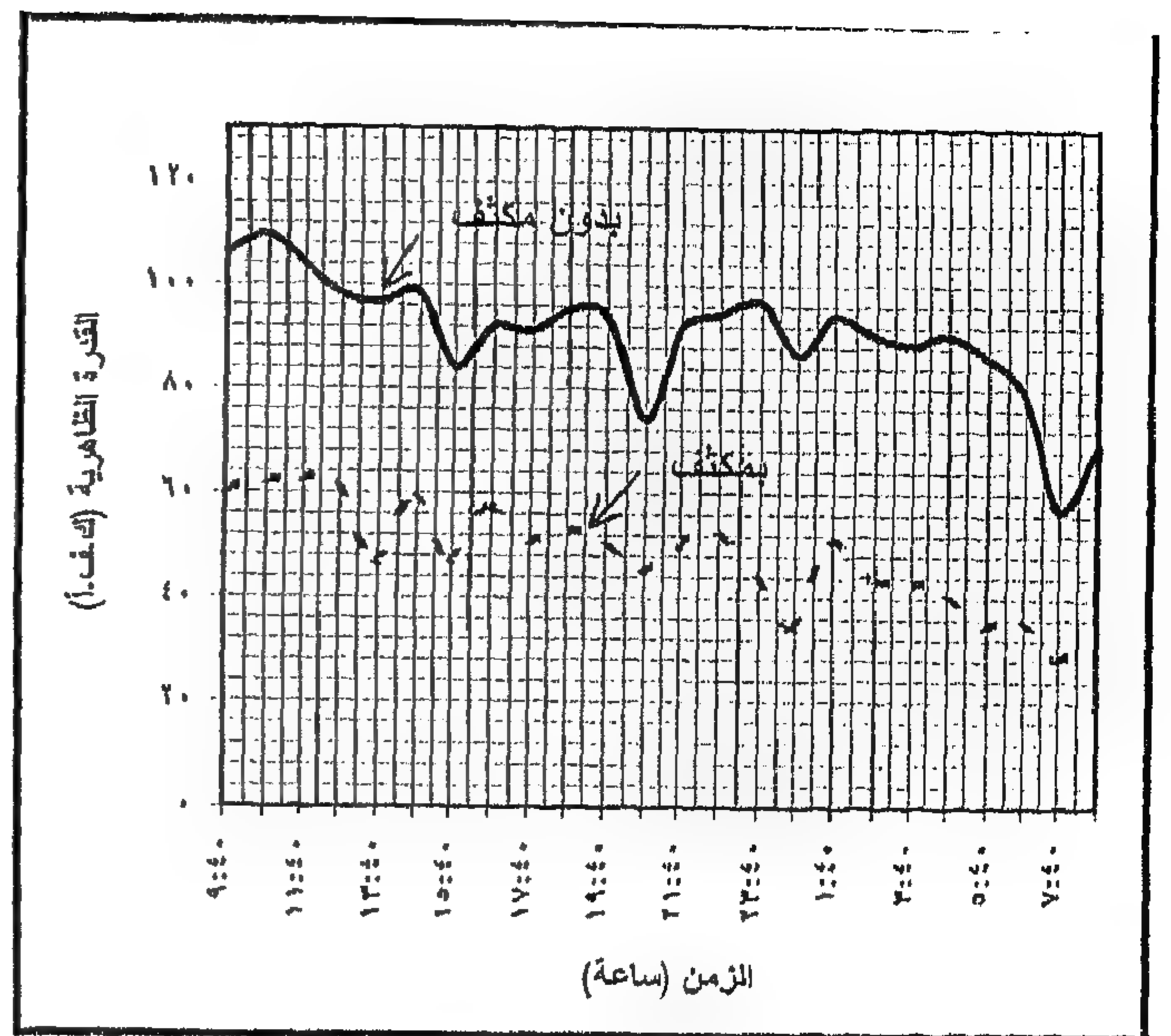
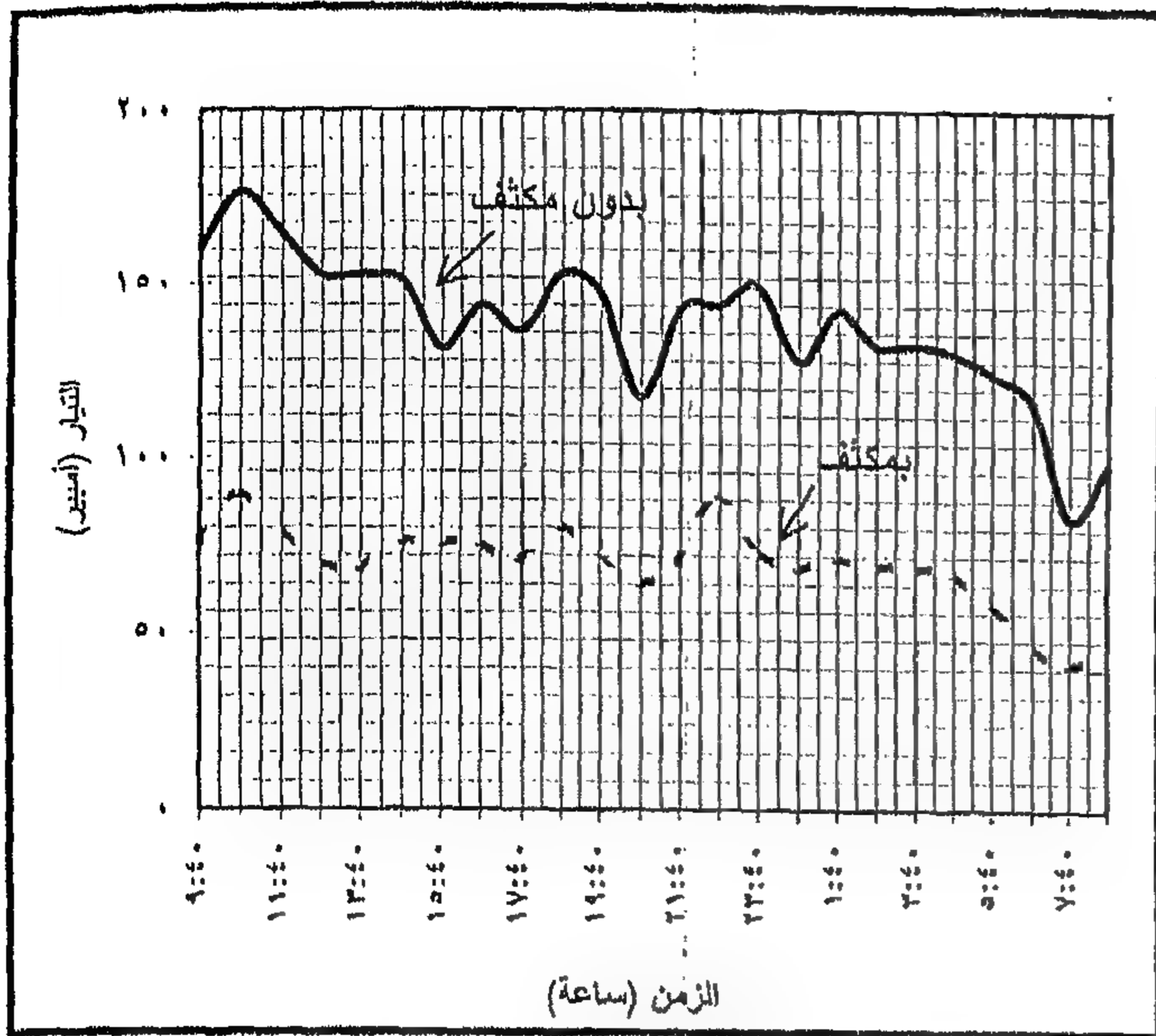
ويوضح شكل (٤) مقارنة بين التغير فى منحنيات المتغيرات الكهربائية قبل وبعد تركيب المكثف .

ويتضح من النتائج السابقة ما يلى :

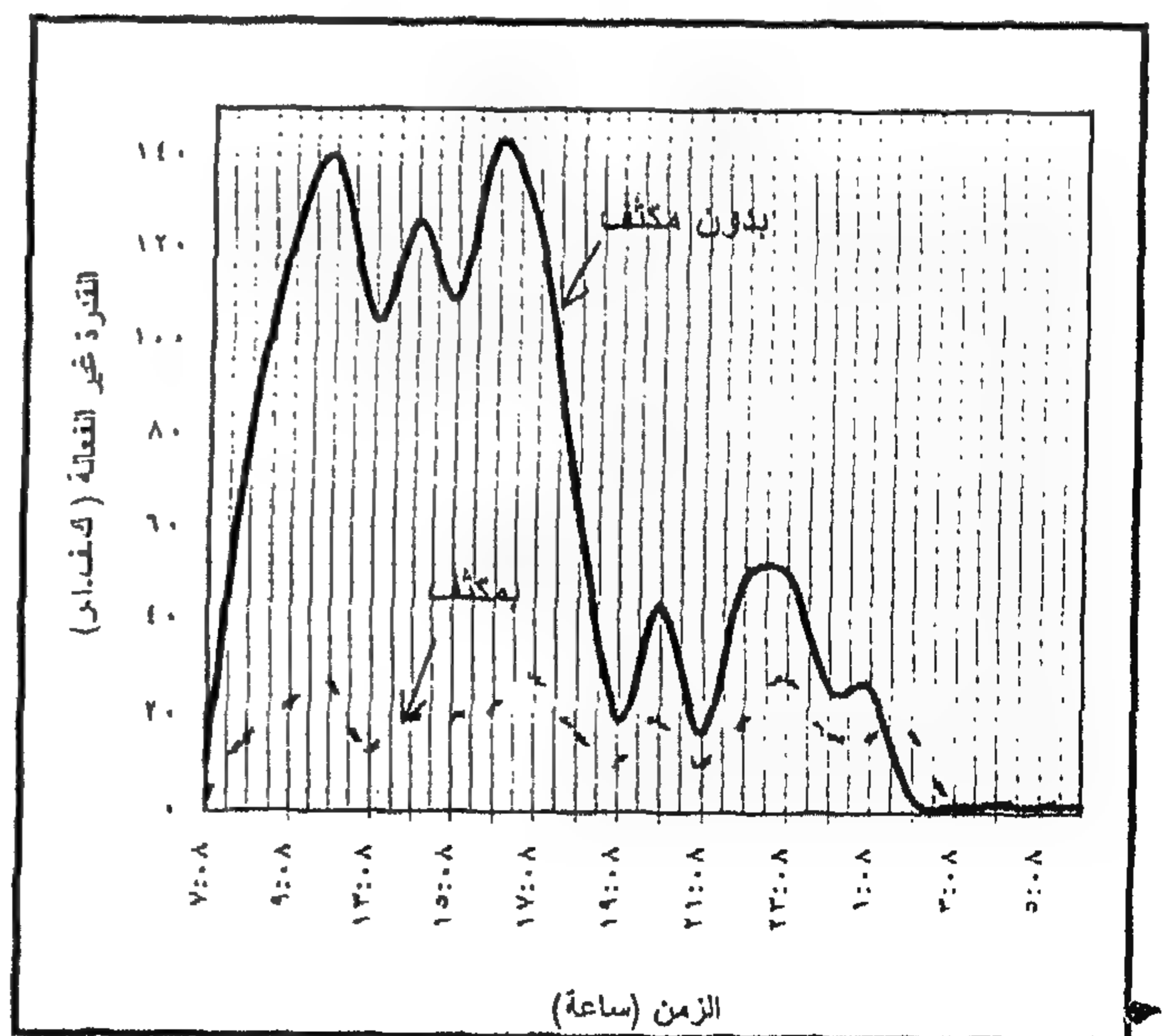
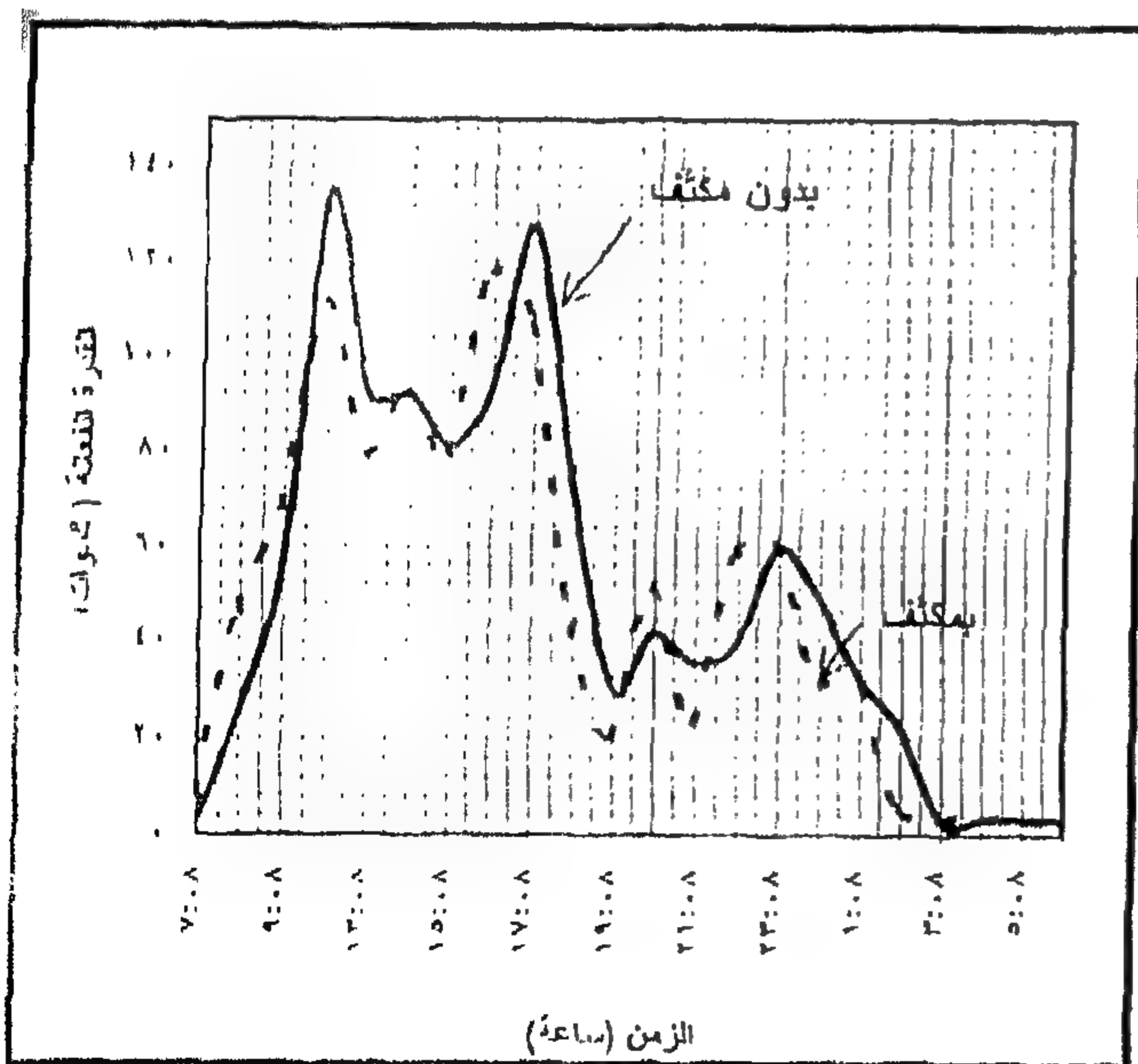
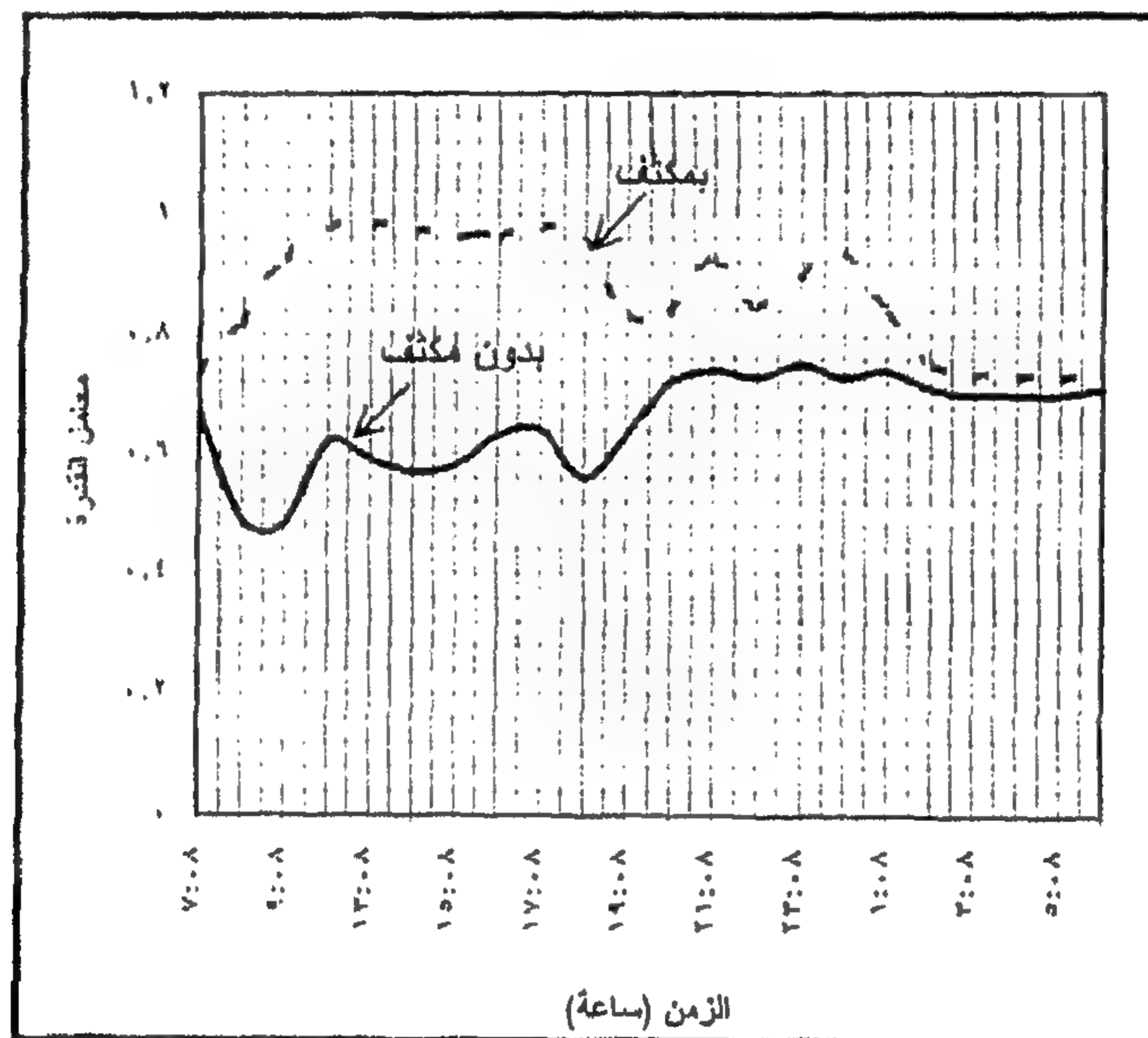
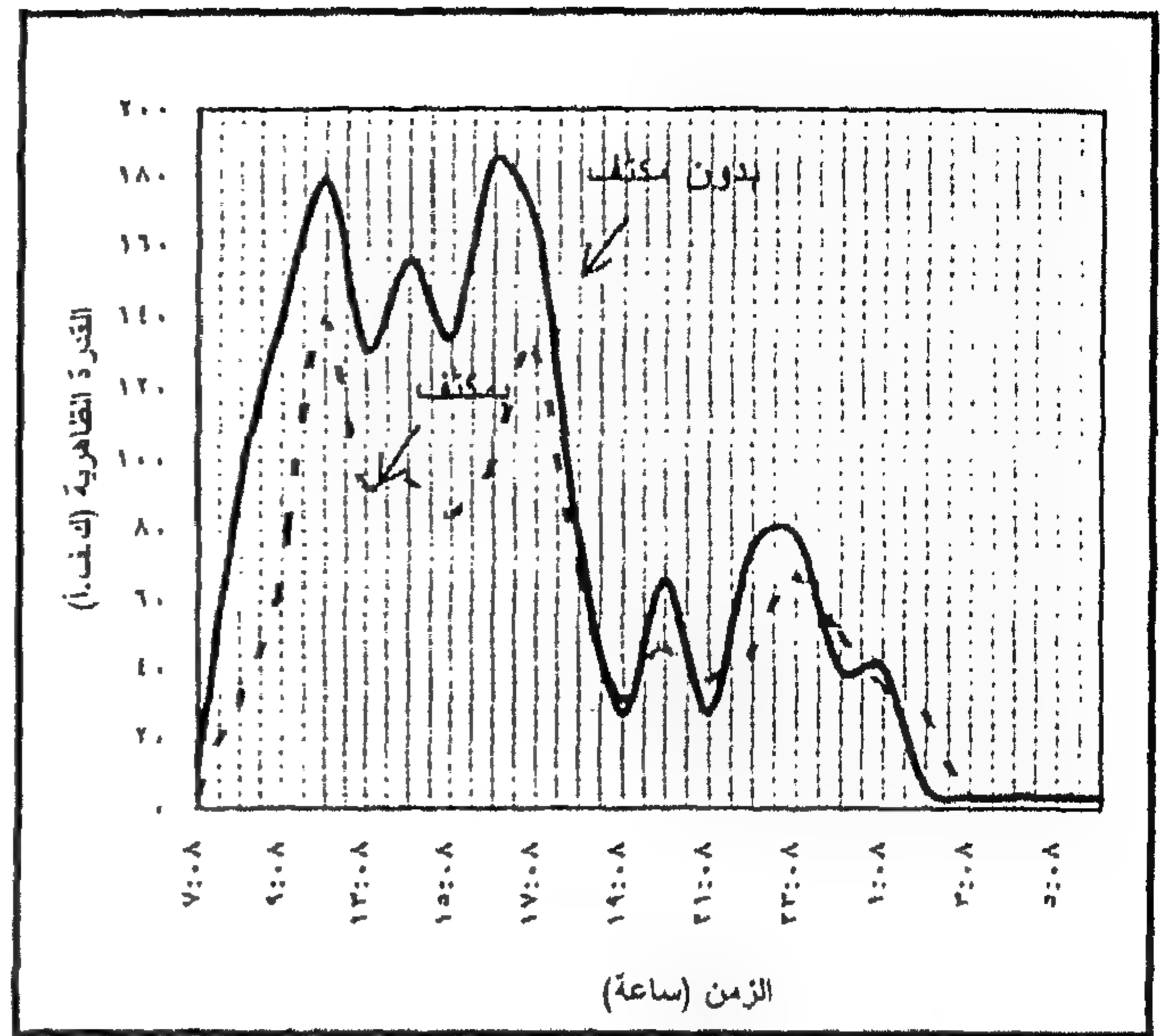
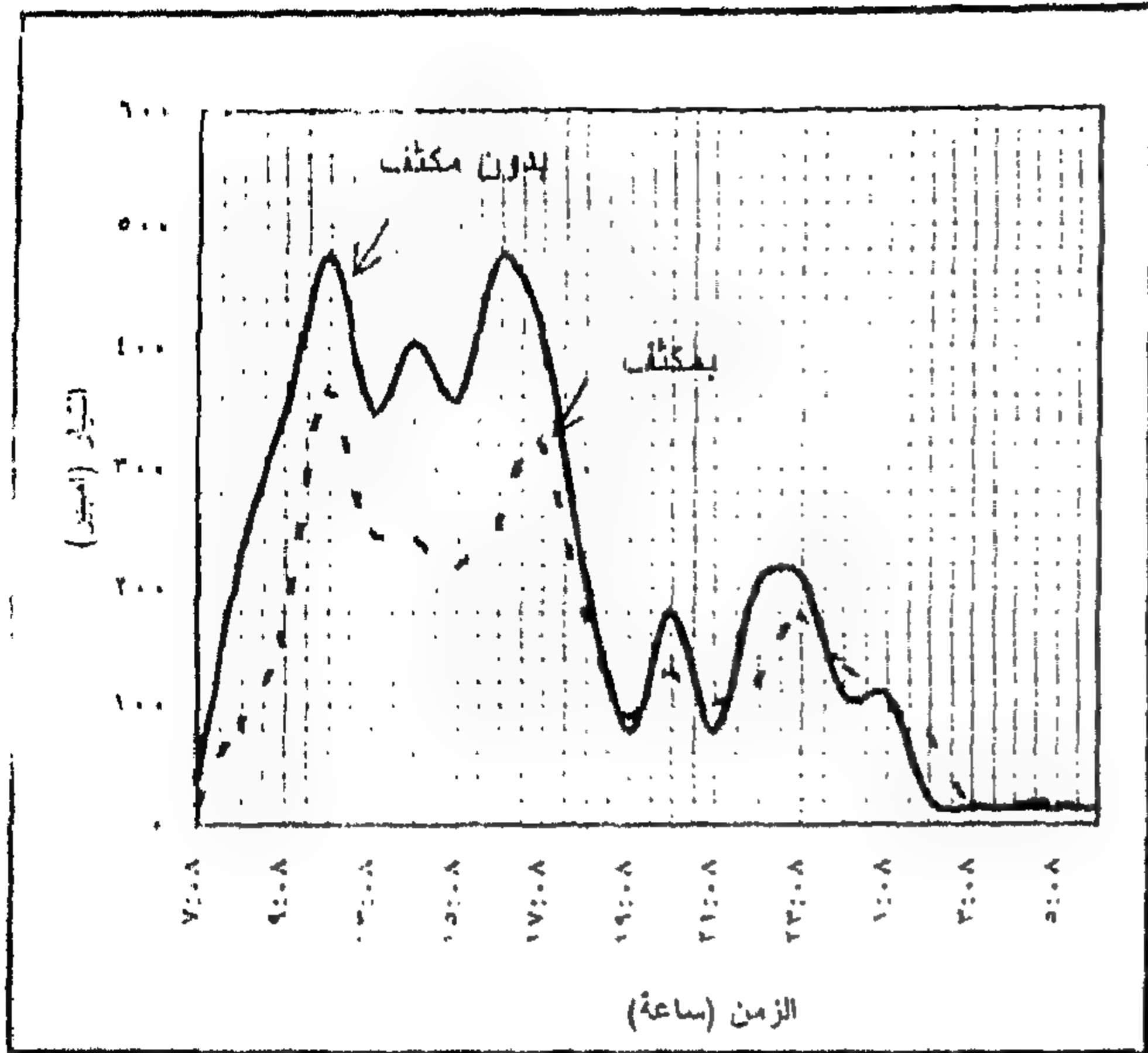
١- انخفاض تيار الحمل بنسبة ملحوظة حوالى (٣٠-٤٠ %) وبالتالي انخفاض القدرة الظاهرية

٢- تحسين معامل القدرة

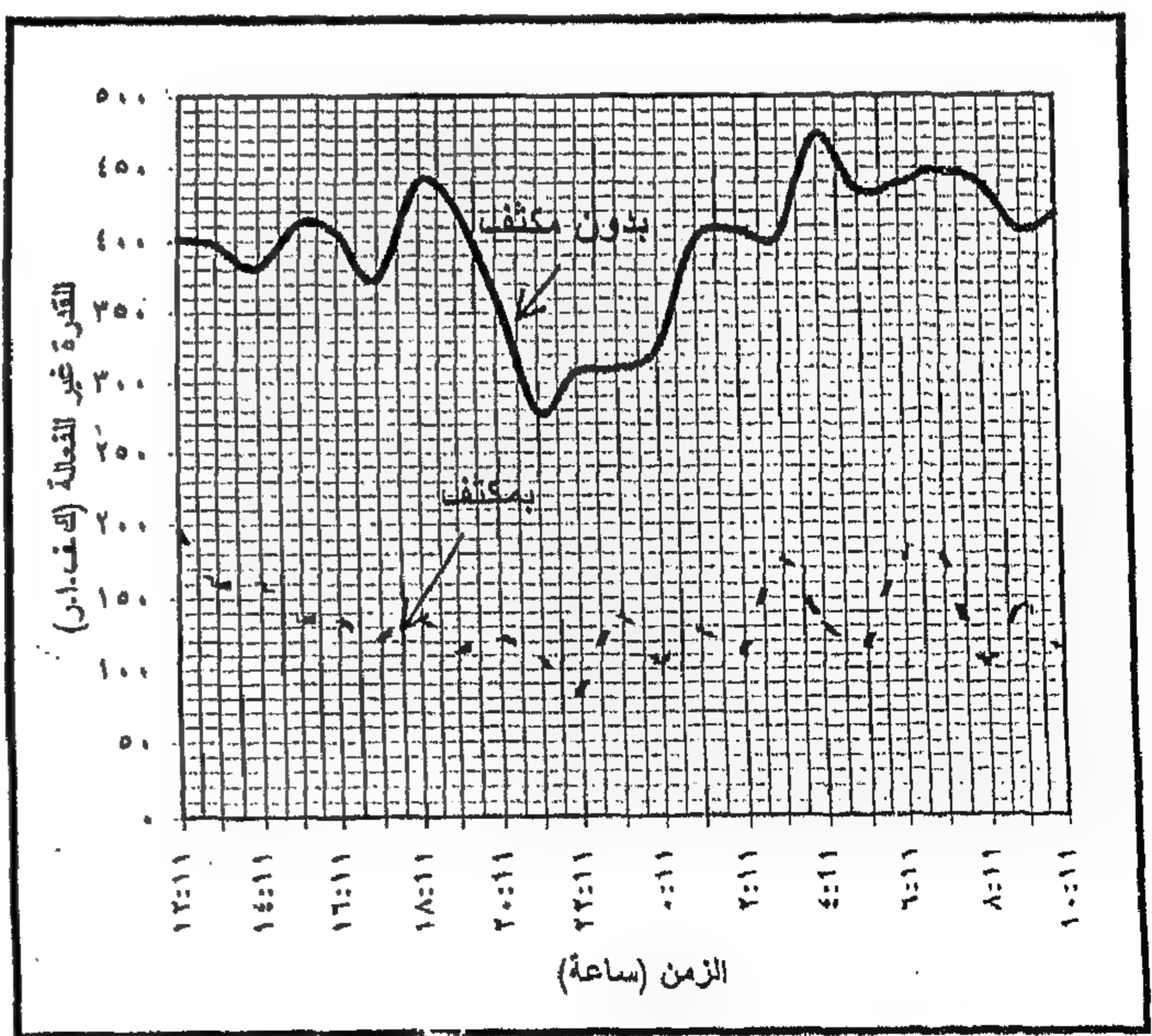
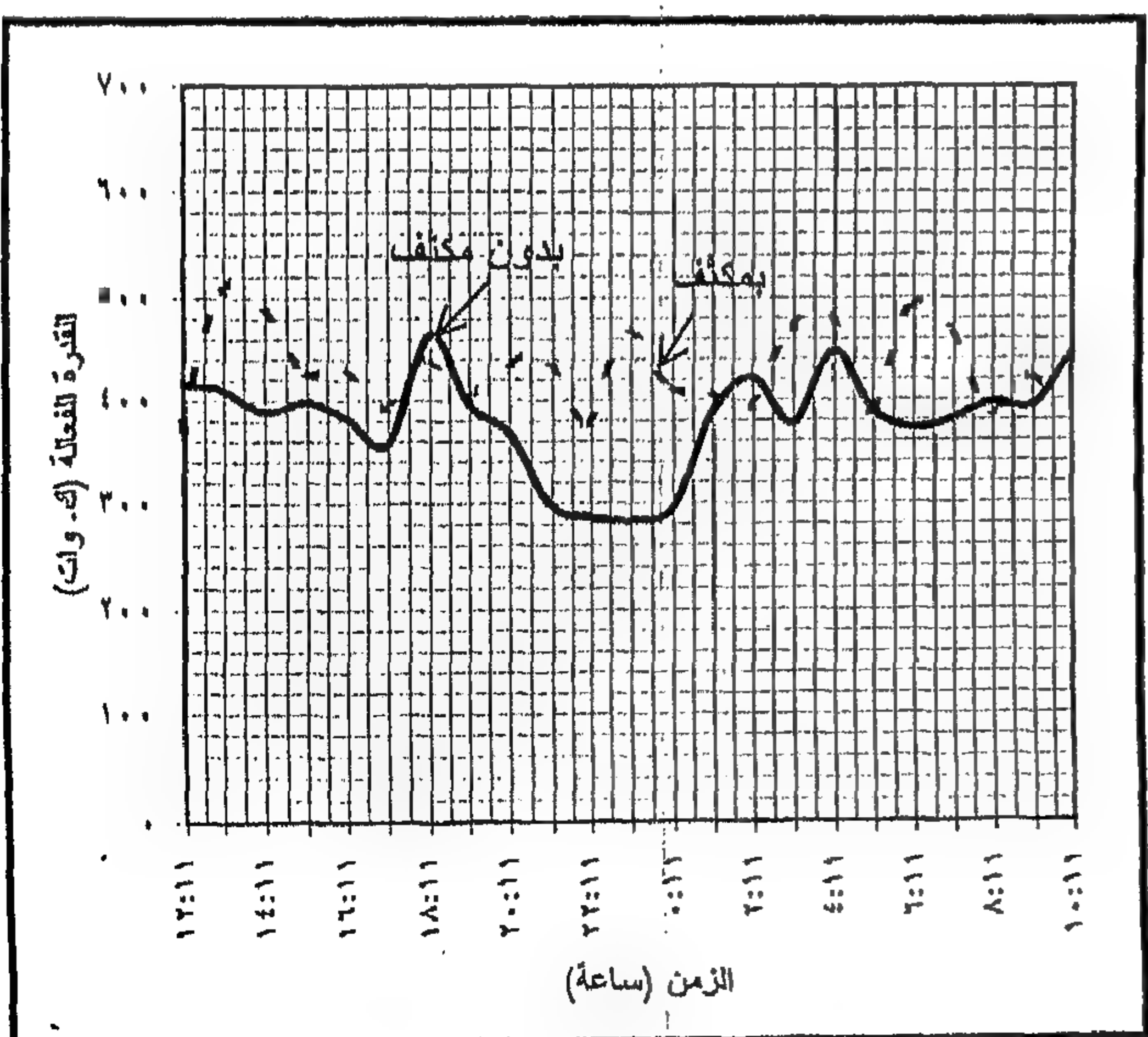
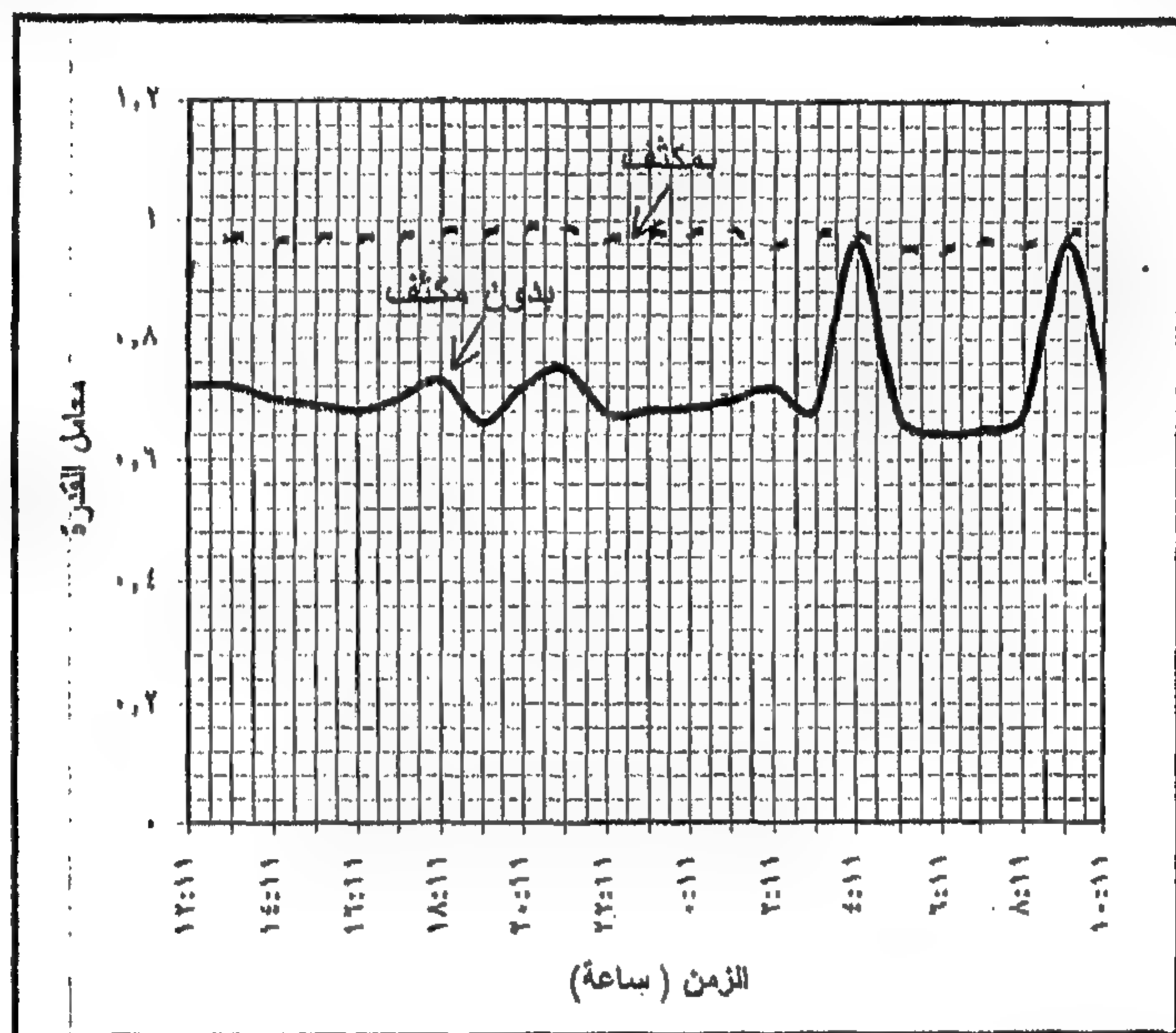
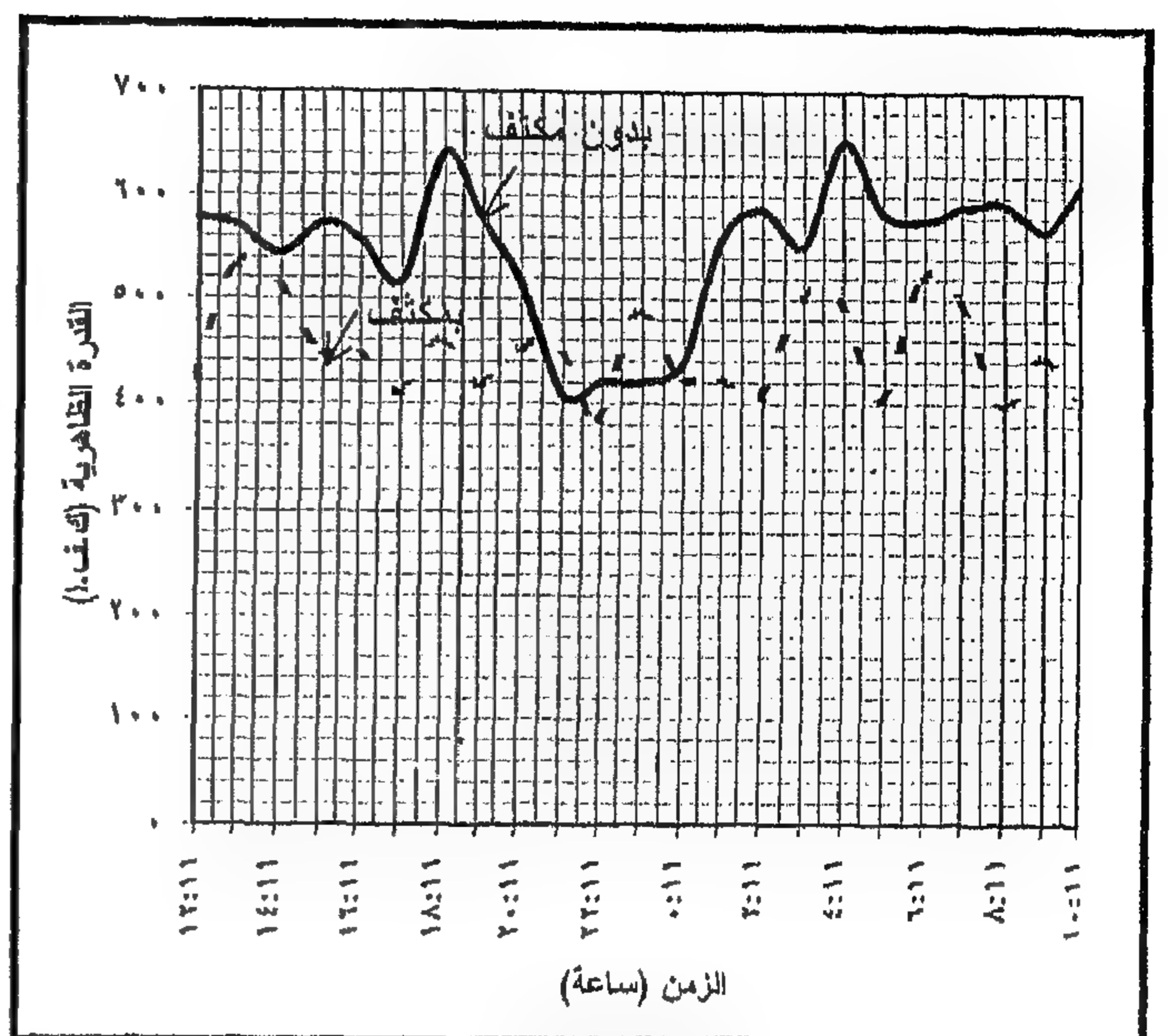
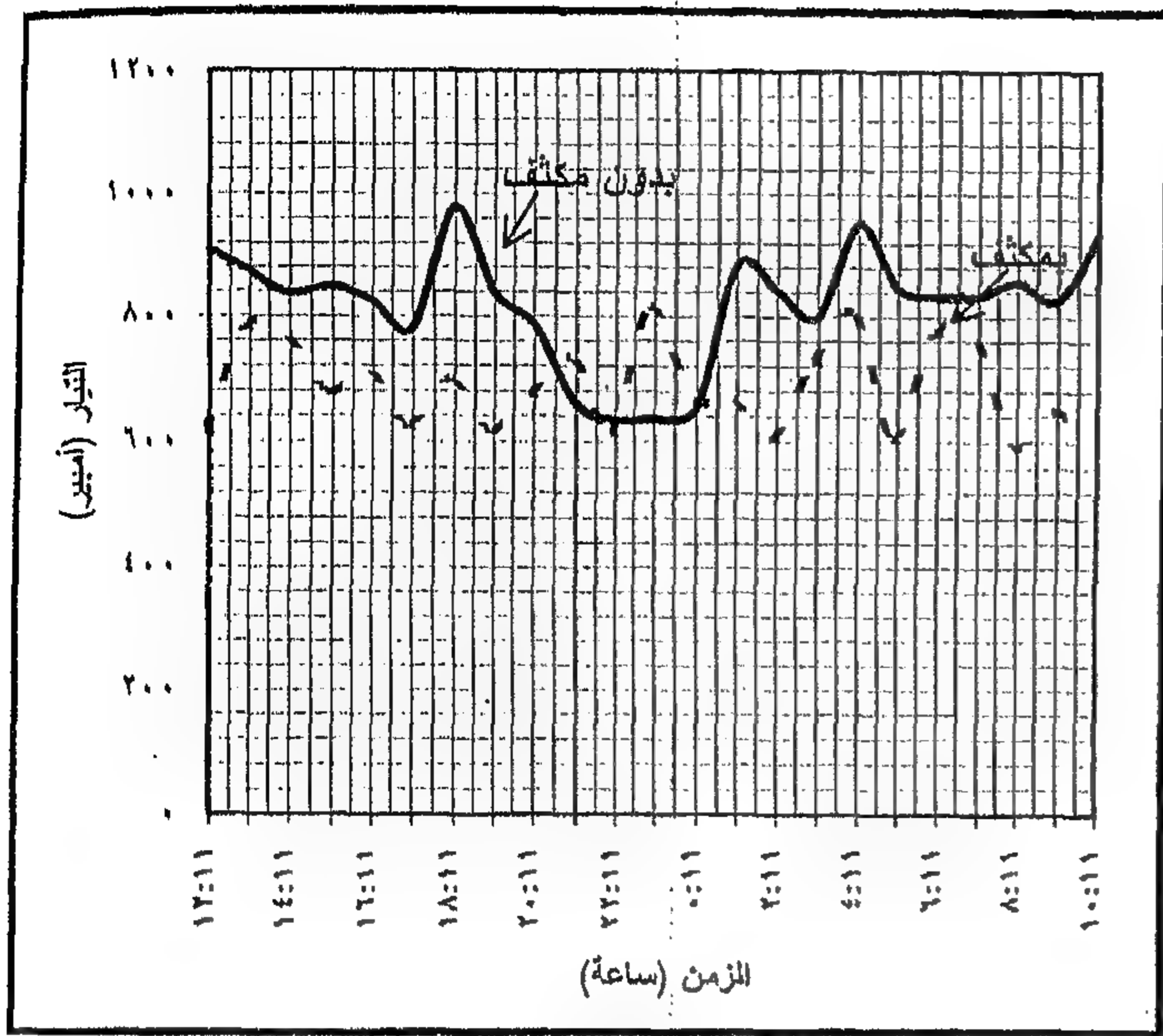
ويوضح جدول (٢) حدود هذه المتغيرات قبل وبعد تركيب المكثفات .



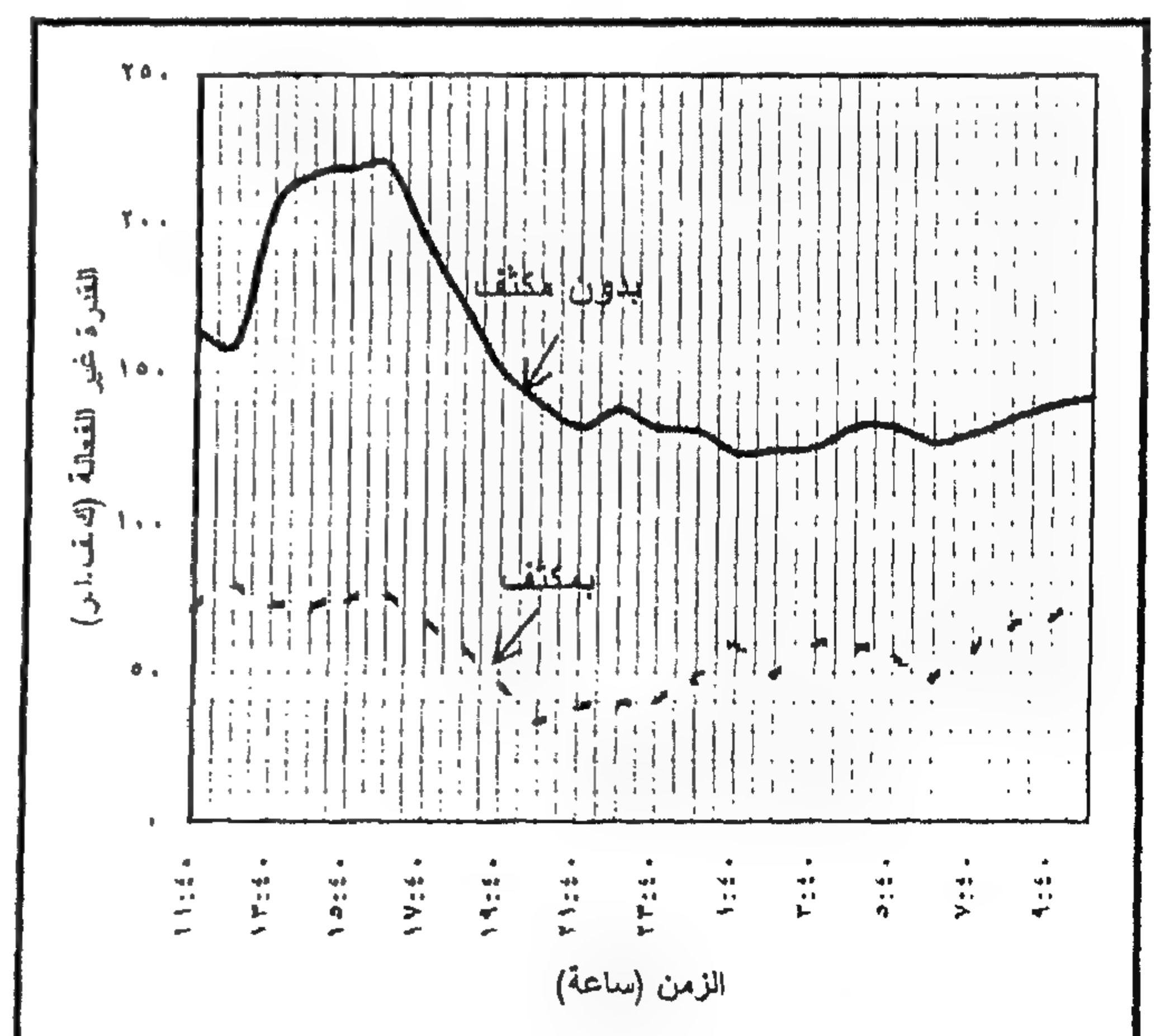
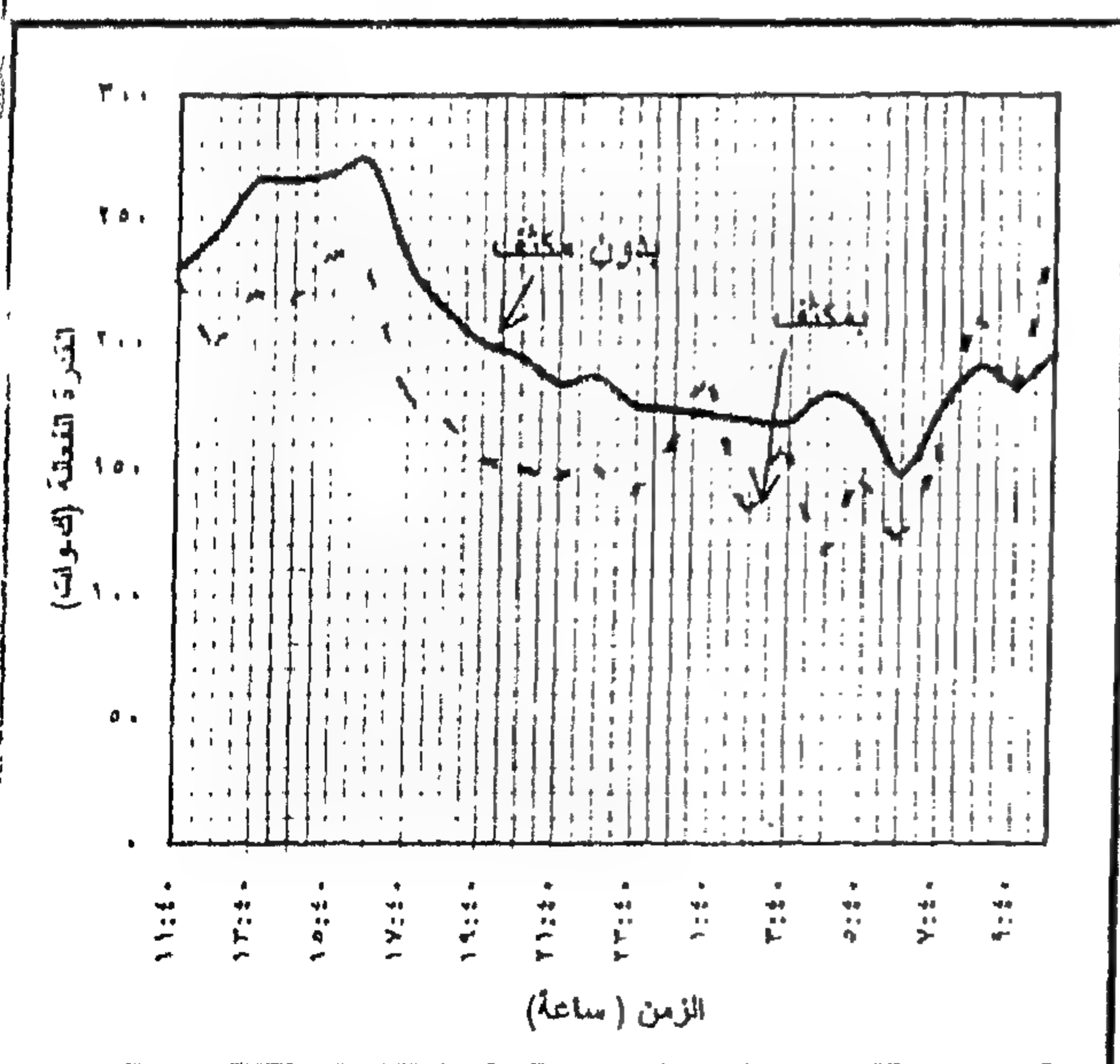
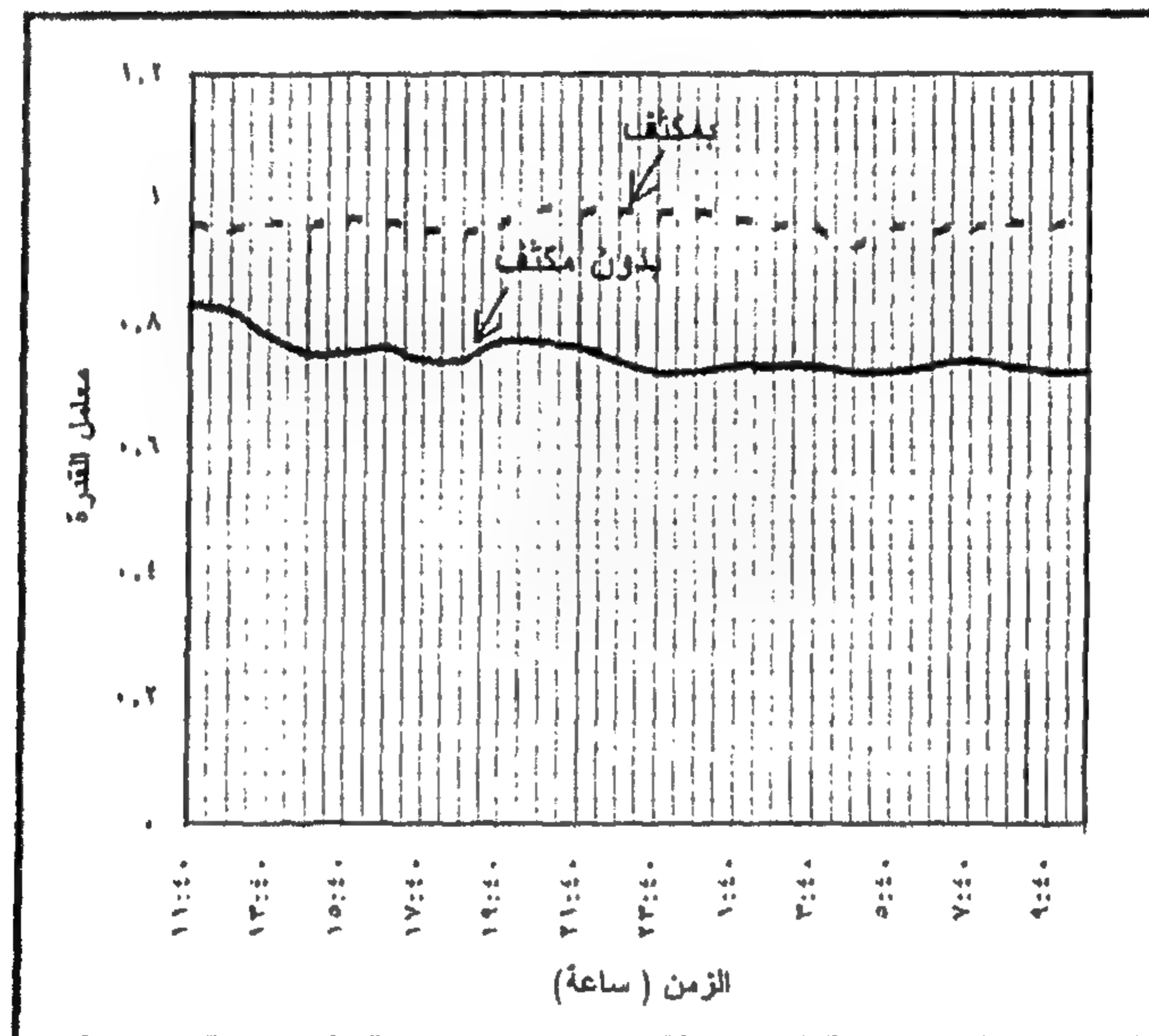
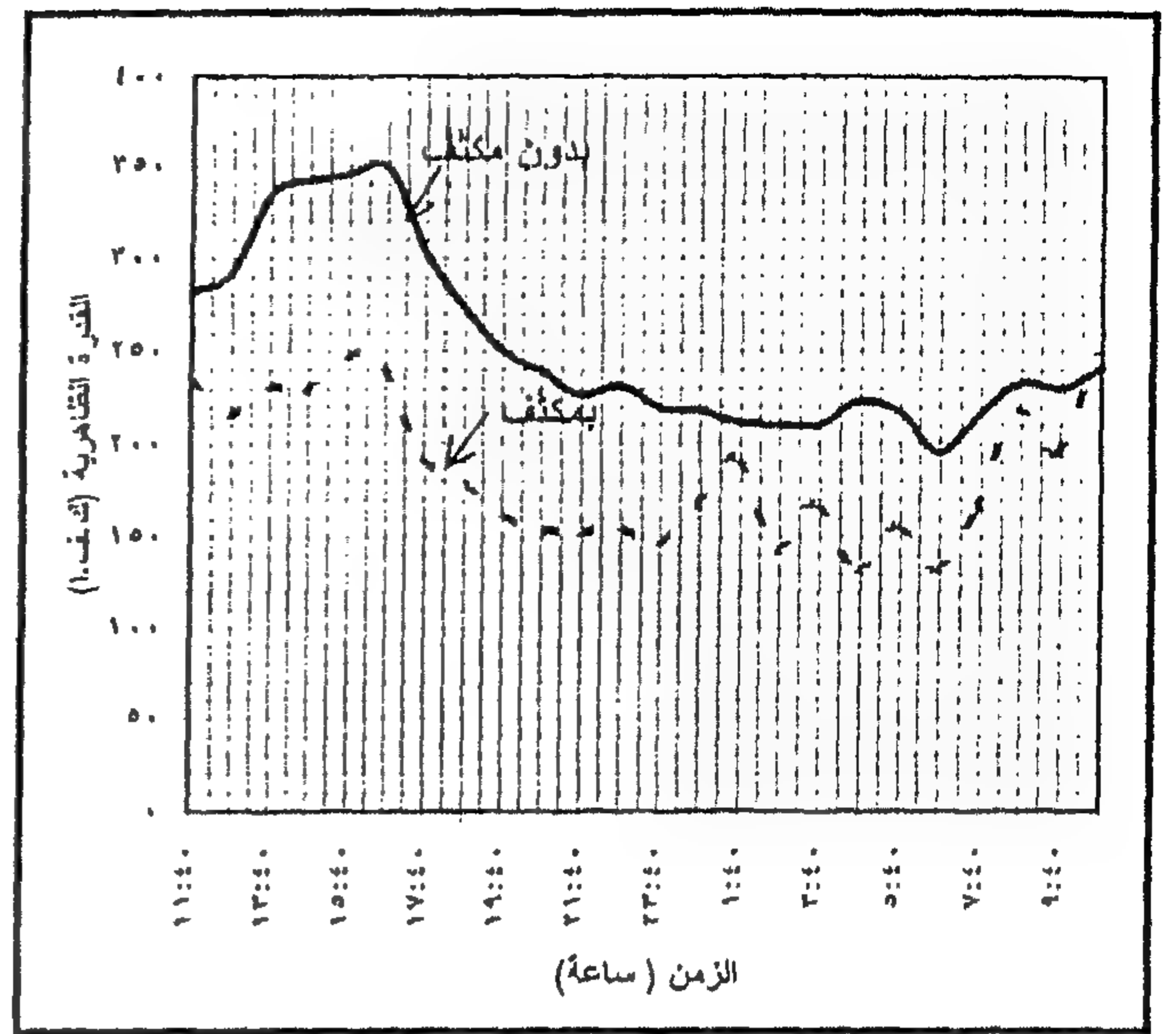
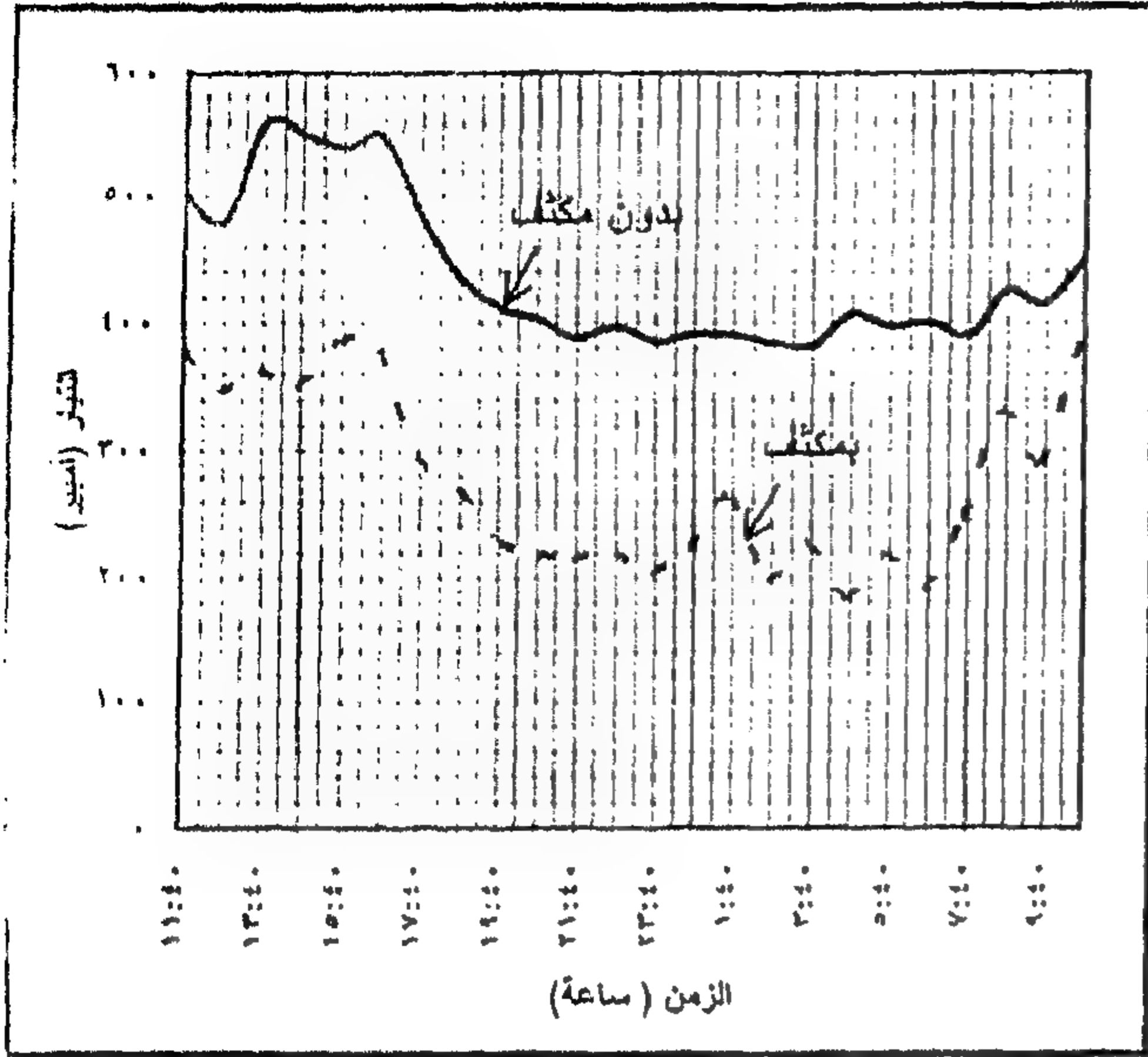
شكل (١) تغير منحنيات المتغيرات الكهربائية مع الزمن قبل وبعد تركيب المكثفات لدراسة حالة (١) (منسوجات)



شكل (٢) تغير منحنيات المتغيرات الكهربائية مع الزمن قبل وبعد تركيب المكثفات لدراسة حالة (٢) (مسامير)



شكل (٣) تغير منحنيات المتغيرات الكهربائية مع الزمن قبل وبعد تركيب المكثفات لدراسة حالة (٣) (سيراميك)



شكل (٤) تغير منحنيات المتغيرات الكهربائية مع الزمن قبل وبعد تركيب المكثفات لدراسة حالة (٤) (غذائية)

جدول (٢) حدود المتغيرات الكهربائية قبل وبعد تركيب المكثفات

حالة ٤		حالة ٣		حالة ٢		حالة ١		المتغيرات الكهربائية
بمكثف	بدون مكثف	بمكثف	بدون مكثف	بمكثف	بدون مكثف	بمكثف	بدون مكثف	
٣٨٣-١٨٠	٥٥٨-٣٨١	٨٠٧-٥٨٩	٩٧٧-٦٣٤	٣٦٠-١٤٤	٤٧٤-١٣	٨٨,٢-٤٠,٣	١٧٦,٩-٨٣,١	التيار (أمبير)
٢٣٦,٢-١١٥,٦	٢٧٢-١٤٨	٥٠٢,٤-٣٦٧,٨	٤٦٤,٤-٢٨٣,٥	١١٦,٩-٢,٧	١٣٤,٦-٢,٨	٥٥,٩-٢٥	٦٠-٢٤	القدرة الفعالة (ك.و.ات)
٢٤٧,١-١٢٨,٩	٣٤٩,١-١٩٥	٥٢٦,٧-٣٨١	٦٥١-٤٠٧,٩	١٣٧,١-٣,٤	١٨٤,٨-٣,١	٦١,٥-٢٧,٥	١٠٩,٦-٥٧	القدرة الظاهرية (ك.ف.أ)
٧٨-٣٢,٦	٢١٨,٨-١٢٣,٥	١٩٧,٣-٨٠,٧	٤٧٣-٢٧٩,٢	٢٧,٢-١,٨	١٤٣,٢-١,٦	٣٢-٨,٤	٩٦-٥١,٧	القدرة غير الفعالة (ك.ف.أ.ر)
٠,٩٨-٠,٩١	٠,٨٣-٠,٧٢	٠,٩٨-٠,٩	٠,٩٦-٠,٦٤	٠,٩٨-٠,٧٣	٠,٧٥-٠,٤٨	٠,٩٨-٠,٩٤	٠,٦٥-٠,٤٨	معامل القدرة

تأثير تركيب المكثفات على المفقودات

تتمثل مصادر الفقد في الشبكة الكهربائية للجهد المتوسط والمنخفض في الكابلات ، محولات التوزيع ، الرباطات ...، ومن الدراسات التي تمت وجد أن تركيب المكثف يؤدي الى انخفاض قيمة التيار المسحوب من المحول حوالى (٣٠-٤٠%) وبالتالي انخفاض القدرة الظاهرية KVA وهذا يؤدي الى تقليل المفقودات في المحولات و الكابلات حيث أن قيمة المفقودات تتناسب طرديا مع مربع التيار المسحوب . ويوضح جدول (٣) الوفّر في المفقودات نتيجة تركيب المكثفات .

جدول (٣) الوفّر السنوي في المفقودات نتيجة تركيب المكثفات

الوفّر في المفقودات نتيجة تركيب المكثفات	حالة ١	حالة ٢	حالة ٣	حالة ٤
الوفّر في القدرة (ك.وات)	٠,٢٠٣١	٠,٢٧٦	١,٣٠٩	١,٤٢
الوفّر في الطاقة (ك.وات ساعة)	٥٣٣,٧	٧٢٧,٧	٣٤٤٠,٠٦	٣٧٥٠,٢

مساهمة المكثفات في الحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة

تتمثل الانبعاثات الناتجة من احتراق الوقود لتوليد الطاقة الكهربائية في غازات أول وثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين . من جدول (٣) يتضح أنه يوجد وفّر في الطاقة (ك.و.س) نتيجة تركيب مكثفات تحسين معامل القدرة . هذا الوفّر يترجم الى تخفيض كمية الوقود المستخدم والذي بدوره يسهم في تقليل الغازات المنبعثة بالجو والتي معاملاتها كالتالي :

الانبعاثات / كجم وقود

ثاني أكسيد الكربون CO ₂	٣,٠٨٢ كجم
ثاني أكسيد الكبريت SO ₂	٠,٠٦٨٨ كجم
أول أكسيد الكربون CO	٠,٠٠٠٤٣ كجم
أكاسيد النتروجين NO _x	٠,٠٠٣٧ كجم

من جدول (٣) تم حساب الوفورات للحالات تحت الدراسة ، ويوضح جدول (٤) هذه النتائج .

جدول (٤) بيان بالوفر السنوى فى الوقود والحد من انبعاثات الغازات.

الوفر فى المفقودات نتيجة تركيب المكثفات	حالة ١	حالة ٢	حالة ٣	حالة ٤
الانخفاض فى الوقود (كجم)	١٣١,٣	١٧٩	٨٤٦,٢	٩٢٢,٥٤
الانخفاض فى انبعاثات CO ₂	٤٠٤,٧	٥٥١,٧	٢٦٠٧,٩٨	٢٨٤٣,٣
الانخفاض فى انبعاثات SO ₂	٩,٠٣	١٢,٣١	٥٨,٢	٦٣,٥
الانخفاض فى انبعاثات CO	٠,٠٥٦	٠,٠٧٧	٠,٣٦	٠,٣٩٧
الانخفاض فى انبعاثات NO _x	٠,٤٨٦	٠,٦٦٢	٣,١	٣,٤١٣

الخلاصة

بالإضافة إلى الفوائد المتعددة من وجهة نظر الكهرباء الناتجة من تركيب مكثفات استاتيكية لتحسين معامل القدرة بالمنشآت الصناعية والتجارية فإنها تساهم أيضا فى الحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة وذلك نتيجة للوفر فى فقد الطاقة الكهربائية . وعلى الرغم من القيمة البسيطة لهذا الوفر إلا أنه يمثل قيمة ملحوظة إذا علم أنه تم تركيب مكثفات لدى المشتركين بقدرة إجمالية حوالى ٥٠ م.ف.أ.ر ، وأن العمر الافتراضى لتشغيل المكثفات يتراوح من ٥ الى ١٠ سنوات .

المراجع

١-كتاب : المكثفات وتحسين معامل القدرة

د.م كاميليا يوسف محمد شركة كهرباء الاسكندرية

٢-كتاب : مكثفات القوى وتحسين معامل القدرة - التوافقيات

أ.د عبد المنعم موسى دار الراتب الجامعية

